′
ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 NOVEMBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL PAINLEVÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur le développement, en fraction continue de Stephen Smith, des irrationnelles quadratiques.* Note de M. G. **Humbert.**

1. *Objet de la Note.* — Ayant eu, pour certaines vérifications, à développer des irrationnelles quadratiques en *fraction continue de Smith*, j'ai été frappé du nombre considérable de quotients incomplets égaux à 2 que présentent les parties périodiques de ces développements; de même, dans les développements analogues en *fraction continue ordinaire*, se manifeste, bien qu'à un moindre degré, une fréquence nette des quotients incomplets 2 et 1. Les deux faits ont d'ailleurs entre eux une relation étroite. L'explication du premier est l'objet de cette Note.

Dans une première partie, j'expose, pour le développement de Smith d'*un* nombre quadratique, des résultats assez analogues à ceux de la théorie des fractions continues classiques; dans la seconde, je considère simultanément les développements de *plusieurs* irrationnelles quadratiques *associées*, en nombre égal, selon les cas, à *trois*, *deux*, ou même à *un*, dont la première est arbitraire et qui sont modulairement équivalentes entre elles : chacune d'elles, dans son développement de Smith, donne lieu à une période, et je fais connaître, pour la somme totale des quotients incomplets de ces périodes, une formule très simple, d'où l'on conclut de suite que, parmi ces quotients, il en est nécessairement d'égaux à 2. C'est évidemment l'explication du fait signalé plus haut.

Dans une prochaine Note, j'indiquerai des relations qui lient les périodes d'un groupe d'irrationnelles associées et la période du développement de l'une d'elles en fraction continue ordinaire.

2. *Périodicité.* — Soit (a, b, c) une forme quadratique binaire indéfinie, de déterminant D non carré, et proprement ou improprement primitive; je désignerai ses racines par ω' et ω, en supposant $\omega > 0$; C sera la demi-circonférence décrite, dans le demi-plan, sur le segment $\omega'\omega$, de Ox, comme diamètre.

Γ sera, comme dans des Notes antérieures (I et II) [1], le groupe des substitutions modulaires

$$z' = \frac{\lambda z + \nu}{\mu z + \rho} \qquad (\lambda\rho - \mu\nu = 1),$$

où $\lambda + \rho$ et $\mu + \nu$ sont *pairs;* à Γ correspond une division, Δ, du demi-plan en triangles curvilignes (*ibid.*).

On voit immédiatement que les substitutions $|x, y; \lambda x + \nu y, \mu x + \rho y$ qui changent (a, b, c) en elle-même, et qui sont de Γ (c'est-à-dire pour lesquelles $\lambda + \rho$ et $\mu + \nu$ sont pairs) sont les puissances de l'une d'entre elles, S.

Cela posé, il est évident que C et la droite $x = \omega$, quand on suit ces lignes dans le demi-plan en se dirigeant vers le point ω de Ox, finissent par traverser les mêmes triangles de la division Δ, et par les traverser *de la même manière* (Note I). Or si C traverse $a_n + 1$ triangles de pointe $p_n : q_n$, et dans un certain sens (positif ou négatif), C traversera aussi, dans le même sens, $a_n + 1$ triangles de pointe $(p_n : q_n)$S, transformée de $p_n : q_n$ par S : cela résulte de ce que la substitution modulaire S, qui est de Γ, n'altère ni C, ni la division Δ. Dès lors, l'interprétation géométrique (Note I) des $2a_n$ et des ε_n montre immédiatement que, dans le développement de Smith, pour ω,

$$(1) \qquad \omega = 2a_1 + \cfrac{\varepsilon_1}{2a_2 + \ldots} \qquad (\varepsilon_i = \pm 1),$$

il y aura, à partir d'un certain rang, une périodicité pour les $2a_n$ et une périodicité correspondante pour les ε_n.

Si la période est

$$2m_1 + \cfrac{\varepsilon_1}{2m_2 + \ldots + \cfrac{\varepsilon_{n-1}}{2m_n + \cfrac{\varepsilon_n}{2m_1 + \ldots}}},$$

nous la désignerons par

$$2m_1^{\varepsilon_1}\ 2m_2^{\varepsilon_2}\ \ldots\ 2m_n^{\varepsilon_n} \qquad (\varepsilon_i = \pm 1),$$

(1) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 211 et 253.

et la période ainsi déterminée, à l'aide de S, sera dite la *période normale* de ω.

3. *Période minima.* — Comme c'est le cas pour les fractions continues ordinaires, la période normale n'est pas toujours la période minima.

1° Si a et c sont de même parité, la période normale est la période minima quand l'équation $t^2 - Du^2 = -1$ n'a pas de solutions entières; quand elle en a, la période normale est la période minima répétée deux fois.

2° Si a et c sont de parités contraires, la période normale est toujours la période minima.

Le nombre des ε_i égaux à $+1$ est toujours pair dans la période normale, toujours impair dans la période minima, quand celle-ci n'est pas la période normale.

4. *Périodicité simple.* — La condition nécessaire et suffisante pour que ω (positif) ait un développement *périodique simple* est que $\omega > 1$, $\omega'^2 < 1$. Pour étendre ce résultat au cas de ω négatif, il faut adopter, pour ω, un développement (1) où les $2a_i$ soient tous négatifs : ce serait celui de $|\omega|$ où l'on aurait changé les signes de tous les quotients incomplets, $2a_i$, sans toucher aux ε_i. Alors :

La condition nécessaire et suffisante pour que ω (*de signe quelconque*) *ait son développement de Smith simplement périodique s'exprime par* $|\omega| > 1$, $|\omega'| < 1$. Ou encore : *Les formes* (a, b, c) *dont une racine donne lieu à une fraction de Smith simplement périodique sont les réduites ou semi-réduites principales* (mod 2); *la racine en question est, en valeur absolue, la plus grande des deux racines.*

Rappelons que (a, b, c) est réduite principale si l'on a $a+c$ pair et $(a+c)^2 - 4b^2$ négatif; semi-réduite principale si $a+c$ impair et $(a+c)^2 - 4b^2 < 0$. Enfin, si les deux quantités $a(a \pm 2b + c)$ sont négatives, la forme (a, b, c) est réduite, ou semi-réduite, *secondaire*, selon que $a+c$ est pair ou impair.

5. *Propriétés du développement.* — Soit

$$\text{(P)} \qquad 2a_1^{\varepsilon_1} \; 2a_2^{\varepsilon_2} \; \ldots \; 2a_n^{\varepsilon_n}$$

la période normale du développement de ω, racine positive de (a, b, c) :

1° Le nombre des réduites principales (si $a+c$ pair), ou celui des semi-

réduites principales (si $a + c$ impair), qui équivalent à (a, b, c) *dans* Γ [c'est-à-dire qui équivalent à (a, b, c) par une substitution où $\lambda + \rho$ et $\mu + \nu$ sont pairs] est le double du nombre, n, des termes de la période normale (P).

2° Le nombre total des réduites (ou semi-réduites) *principales* ET *secondaires*, qui équivalent à (a, b, c) *dans* Γ, est la somme $\Sigma(a_h + 1)$ étendue aux quotients incomplets, $2a_h$, de (P); celui des réduites (ou semi-réduites) *secondaires* est $\Sigma(a_h - 1)$.

3° Le nombre des réduites (ou semi-réduites) *principales* (α, β, γ) équivalentes à (a, b, c) dans Γ, pour lesquelles $\alpha\gamma < 0$, est le double du nombre des ε_h égaux à $+1$ dans (P); celui des (α, β, γ) analogues, pour lesquelles $\alpha\gamma > 0$, est le double du nombre des ε égaux à -1.

4° Le développement de $|\omega'|$, où ω' est la seconde racine de (a, b, c), a pour période normale (P) *retournée*, c'est-à-dire

$$2a_n^{\varepsilon_{n-1}} \quad 2a_{n-1}^{\varepsilon_{n-2}} \quad \ldots \quad 2a_2^{\varepsilon_1} \quad 2a_1^{\varepsilon_n}.$$

Il va sans dire que deux irrationnelles quadratiques, équivalentes dans Γ, donnent lieu à la même période normale, à une permutation circulaire près.

6. *Irrationnelles associées.* — Soit C une classe primitive de formes indéfinies de déterminant D : les formes de C se répartissent en *sous-classes*, C′, dont chacune renferme les formes de C qui s'équivalent *dans* Γ.

D'après les résultats de la Note II, le nombre des C′ se détermine ainsi :

1° Si C est une classe proprement primitive, il y a *deux* ou *trois* sous-classes C′, selon que u_0 est *impair* ou *pair*, dans la solution positive minimum (t_0, u_0) de $t^2 - Du^2 = 1$;

2° Si C est une classe improprement primitive, il y a *une* ou *trois* sous-classes C′, selon que u_1 est *impair* ou *pair*, dans la solution positive minimum (t_1, u_1) de $t^2 - Du^2 = 4$.

Choisissons maintenant, dans C, une forme (a, b, c) quelconque, ayant une racine positive, ω; elle appartiendra à l'une des sous-classes C′; dans chacune des autres sous-classes, choisissons de même arbitrairement une forme, dont la racine modulairement équivalente à ω soit positive. Nous avons ainsi des irrationnelles quadratiques ω, ω', ..., en nombre égal à *trois*, *deux* ou *un*, modulairement équivalentes, et nous dirons que ω', ...

sont *associées* à ω, ou que $\omega, \omega', \ldots$ forment un groupe de nombres (quadratiques) associés.

A ces nombres répondent respectivement, dans leur développement de Smith, des périodes normales : celles-ci demeurent les mêmes, à une permutation circulaire près, quand on choisit différemment les formes de racines $\omega, \omega', \ldots$ dans les mêmes sous-classes.

7. *Formules fondamentales.* — Représentons ces périodes normales par

$$(\mathrm{T}) \qquad \left\{ \begin{array}{llll} 2a_1^{\varepsilon_1} & 2a_2^{\varepsilon_2} & \ldots & 2a_n^{\varepsilon_n} \\ 2a_1'^{\varepsilon_1'} & 2a_2'^{\varepsilon_2'} & \ldots & 2a_{n'}'^{\varepsilon_{n'}'} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \end{array} \right. \qquad (a_i, a_i', \ldots > 0; \;\; \varepsilon_i, \varepsilon_i', \ldots = \pm 1),$$

ce Tableau ayant *trois*, *deux* ou *une* lignes (n° 6).

Désignons par $N(+)$ et $N(-)$ les *nombres totaux* des $\varepsilon_i, \varepsilon_i', \ldots$ du Tableau (T) qui sont respectivement $+1$ et -1; par R_0 les réduites ou semi-réduites principales (α, β, γ) des sous-classes C', pour lesquelles $\alpha(\alpha + 2\beta + \gamma) < 0$ et $\alpha\gamma > 0$; par R_1 celles analogues avec $\alpha\gamma < 0$. Il résulte aisément du n° 5 (3°), que les nombres totaux des R_0 et des R_1 sont respectivement $N(-)$ et $N(+)$.

Si maintenant on effectue sur une R_0 la substitution modulaire qui transforme les points $0, 1, \infty$ de Ox en $1, \infty, 0$ respectivement, cette R_0 devient, soit une R_1, soit une réduite ou semi-réduite secondaire appartenant à une des sous-classes C', ; et réciproquement. On en conclut que le nombre, $N(-)$, des R_0 est égal à celui, $N(+)$, des R_1, augmenté du nombre, $\Sigma(a_i - 1)$, des réduites secondaires considérées (n° 5, 2°). La somme Σ porte ici sur *l'ensemble* des termes $2a_i$, $2a_i'$, ... du Tableau (T). On a donc la formule fondamentale

$$\Sigma(a_i - 1) = N(-) - N(+),$$

qui, combinée avec la relation évidente $\Sigma_1 = N(-) + N(+)$, donne les deux relations

$$(2) \qquad \Sigma a_i = 2N(-),$$

$$(3) \qquad \Sigma(a_i - 2) = -2N(+).$$

Le nombre $N(+)$ est, par sa relation avec les R_1, égal à celui des *réduites de Gauss* pour la classe C; il n'est donc jamais nul; il est même pair, puisque, dans toute période normale, le nombre des ε égaux à $+1$ est pair (n° 3).

La formule (2) donne un résultat intéressant, d'énoncé facile; la formule (3) fournit la solution de la question posée au début de cette Note.

Elle montre, en effet, que $\Sigma(a_i - 2)$ est NÉGATIF, et même supérieur à 4 en valeur absolue; donc, les quotients incomplets $2a_i$, $2a'_i$, ... de (T) ne peuvent être tous supérieurs à 2; il y en a *au moins* $2N(+)$, donc sûrement *quatre*, égaux à 2.

Ainsi, quand on développe en fraction de Smith une irrationnelle quadratique quelconque, ω, et ses associées (celles-ci étant en nombre *deux*, *un* ou *zéro*), dans l'ensemble des périodes normales obtenues il y a nécessairement des quotients incomplets, $2a_i$, égaux à 2.

8. *Corollaire*. — Si (a, b, c) est improprement primitive et si u_1 est impair dans la solution positive minimum (t_1, u_1) de $t^2 - Du^2 = 4$, ω n'a pas d'associée (n° 6), et son développement contient dès lors *quatre* quotients incomplets 2, *au moins*.

Par exemple, soit $(a, b, c) = 2x^2 - 6xy - 6y^2$; $D = 21$; $u_1 = 1$; ω, qui est $\frac{1}{2}(3 + \sqrt{21})$, n'a donc pas d'associée. Sa période normale est

$$4^- 4^+ 2^- 2^- 2^- 2^+,$$

et elle contient *quatre* 2. D'ailleurs

$$N(+) = 2; \quad N(-) = 4; \quad \Sigma a_i = 8; \quad \Sigma(a_i - 2) = -4,$$

ce qui vérifie (2) et (3).

Je réserve d'autres exemples pour la prochaine Note.

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Expériences de M. Carrière sur le mouvement aérien de balles sphériques légères, tournant autour d'un axe perpendiculaire au plan de la trajectoire.* Note de M. **Paul Appell**.

M. Z. Carrière a étudié expérimentalement les trajectoires aériennes de balles sphériques homogènes légères, tournant autour d'un axe perpendiculaire au plan de la trajectoire du centre; il a trouvé des formes de trajectoires qui varient très notablement avec la grandeur et le sens de la rotation (*Journal de Physique*, t. 5, mai-juin 1916, p. 175).

Lorsque la rotation ω est nulle, on admet ordinairement que la résistance de l'air se traduit par une force R, fonction croissante de la vitesse V du centre, appliquée en ce point et dirigée en sens contraire de V. Dans ce cas, le calcul semble en accord avec l'expérience de M. Carrière.

Lorsque ω est différente de zéro, la raison des changements observés

doit être cherchée surtout dans le frottement de l'air sur la surface de la balle. D'après des expériences de Zahm (Atmospheric friction with special references to Aeronautics, Université catholique d'Amérique) citées par M. G. Eiffel dans son Ouvrage sur la *Résistance de l'air* (Dunod et Pinat, 1910, p. 105), la loi de ces frottements élémentaires est loin d'être simple et il paraît bien difficile d'en tirer des conséquences rigoureuses dans la question actuelle.

Je pense qu'on pourrait arriver à expliquer les formes de trajectoires trouvées par M. Carrière, en admettant, pour représenter l'effet global de la résistance et du frottement de l'air, l'hypothèse suivante.

Le mouvement du centre de gravité est le même que si ce point était sollicité par le poids et par une force R, croissant avec la vitesse V de ce point, faisant avec le vecteur opposé à V un angle aigu α, positif ou négatif suivant le sens de la rotation ω, nul avec ω, et variant avec ω. Cette hypothèse revient à dire que tout se passe comme si, la résistance R étant opposée à V quand $\omega = 0$, la rotation ω faisait tourner le vecteur R, en sens contraire de ω, d'un angle aigu α fonction de ω. Sur une petite étendue de trajectoire, ω restant sensiblement constant, l'angle α le serait aussi.

Je compte développer, dans un autre Recueil, les conséquences de cette hypothèse. Si l'on admet que R croît proportionnellement à V, α étant constant, les équations du mouvement prennent une forme linéaire facile à intégrer. En supposant la loi de R quelconque, les formes rectilignes de trajectoires trouvées dans certains cas par M. Carrière s'expliquent aisément : les conditions dans lesquelles elles se produisent permettent de déterminer α.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Botanique, en remplacement de M. *Julius Wiesner*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 39,

M. Farlow obtient.	38 suffrages
M. Scott »	1 suffrage

M. **Farlow**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

Stanislas Meunier. *Histoire géologique de la mer.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries des polynomes de Legendre.* Note [1] de M. **W.-H. Young.**

1. Dans la recherche de conditions *suffisantes* pour la convergence de

$$\sum_{n=0}^{\infty} a_n \, P_n(\cos\theta), \tag{1}$$

où, la série étant une série de Legendre,

$$a_n = \left(n + \frac{1}{2}\right) \int_0^{\pi} f(\cos\theta)\, P_n(\cos\theta) \sin\theta \, d\theta, \tag{2}$$

on n'a pas, jusqu'à présent, tenu compte de la condition *nécessaire* que le terme général de la série tende vers zéro, ou, dans le cas de la série (1), que

$$\lim_{n=\infty} \frac{a_n}{\sqrt{n}} = 0. \tag{3}$$

Dans une Note récente, j'ai montré la simplification qui provient de l'introduction de cette condition nécessaire parmi les conditions suffisantes; il s'agissait d'une série trigonométrique qui, intégrée terme à terme, converge vers une intégrale dans un intervalle (α, β). J'ai nommé une telle série une *série R. F.* Dans la présente Note, j'emploie la théorie des séries R. F. pour démontrer le théorème suivant :

Théorème. — *La série de Legendre de* $f(\cos\theta)$, *si elle vérifie la condition* (3), *se comporte en un point intérieur* (*au sens étroit*) *de l'intervalle* $(0 < x < \pi)$, *comme la série de Fourier de* $f(\cos\theta)$.

---

[1] Séance du 29 octobre 1917.

2. Heine a donné l'expression asymptotique suivante :

$$(4)\qquad P_n(\cos\theta) = Q_n(\theta) + O\,n^{-\frac{7}{2}},$$

où

$$(5)\qquad Q_n = \sqrt{\frac{2}{n\pi\sin\theta}}\left[\left(1-\frac{1}{4n}+\frac{A}{n^2}\right)\cos\omega_n + \left(\frac{1}{8n}+\frac{B}{n^2}\right)\cot\theta\sin\omega_n\right] + C\,n^{-\frac{5}{2}}\sqrt{\text{coséc}^5\theta}\cos\omega_n;$$

A, B et C étant des constantes, indépendantes de n, et

$$\omega_n = \left(n+\frac{1}{2}\right)\theta - \frac{\pi}{4}.$$

Posons $\theta = 2z$; nous obtenons, après un calcul facile,

$$(6)\qquad \sqrt{\sin^3 2z}\sum_{n=1}^{\infty} a_n Q_n = \sum_{n=1}^{\infty}\{A_n\cos nz + B_n\sin nz\} + C\,\text{coséc}\,2z\sum_{n=1}^{\infty} a_n n^{-\frac{5}{2}}\cos\omega_n,$$

où, en raison de (3),

$$(7)\qquad \lim_{n=\infty} A_n = \lim_{n=\infty} B_n = 0.$$

3. Nous allons montrer que la série

$$(8)\qquad \sum_{n=1}^{\infty} V_n = \sum_{n=1}^{\infty}\{A_n\cos nz + B_n\sin nz\}$$

est une série R. F. dans l'intervalle $\left(0 < z < \frac{\pi}{2}\right)$.

La série intégrée de la série (1) converge uniformément vers $\int f\cos\theta\,d\theta$ dans tout intervalle $(2\alpha, 2\beta)$ où $0 < 2\alpha < \theta < 2\beta < \pi$. Ainsi, si nous désignons par $\varphi_1(2z)$ et $\varphi_2(2z)$ les fonctions continues,

$$(9)\qquad \varphi_1 = \sum_{n=1}^{\infty} a_n(P_n - Q_n),$$

$$(10)\qquad \varphi_2 = \sum_{n=1}^{\infty} a_n n^{-\frac{5}{2}}\cos\omega_n,$$

nous obtiendrons dans tout intervalle (α, β), où $0 < \alpha < z < \beta < \frac{\pi}{2}$,

$$\sum_{n=1}^{\infty}\int V_n\,dz = \int\left\{\sqrt{\sin^3 2z}\,[f(\cos 2z) - \varphi_1(2z)] - C\,\text{coséc}\,2z\,\varphi_2(2z)\right\}dz.$$

La série (8) est donc la série R.F. dans l'intervalle $\left(0 < z < \frac{\pi}{2}\right)$ de la fonction qui se trouve sous le signe $\int$ dans le second membre de (11).

4. La théorie des séries R.F. nous apprend que la série (8) se comporte, en chaque point z où $\alpha \leqq z \leqq \beta$, exactement comme la série de Fourier de la fonction associée. Elle converge donc en tout point z pour lequel les séries de Fourier des fonctions suivantes sont convergentes :

$$\sqrt{\sin^3 2z}\, f(\cos 2z), \quad \sqrt{\sin^3 2z}\, \varphi_1(2z), \quad \operatorname{coséc} 2z\, \varphi_2(2z);$$

cette convergence aura lieu quand les séries de Fourier des fonctions suivantes sont convergentes :

$$f(\cos 2z), \quad \varphi_1(2z) \quad \text{et} \quad \varphi_2(2z).$$

5. Mais les deux dernières séries convergent uniformément, φ_1 et φ_2 étant des intégrales. Pour démontrer ceci, calculons, en utilisant (4) et (5),

$$\frac{d}{d\theta}\left\{ P_n(\cos\theta) - Q_n(\theta) \right\} = n \operatorname{coséc}\theta \left\{ \cos\theta\, P_n - P_{n-1} \right\} - \frac{dQ_n}{d\theta} = O\, n^{-\frac{5}{2}}.$$

Par suite, et en raison de (3), la série dérivée de (9) converge uniformément. La somme φ_1 de la série (9) est donc une intégrale. D'autre part, φ_2 est aussi une intégrale, car (10) est obtenue en intégrant terme à terme la série de Fourier d'une fonction de carré sommable.

6. Nous avons donc démontré que la série R.F. (8) se comporte en chaque point de (α, β) comme la série de Fourier de $f(\cos 2z)$. Mais, notre série de Legendre (1) est la somme de la série R.F. et d'une série uniformément convergente. Le théorème du paragraphe 1 est donc démontré. De plus, même si la condition (3) n'était pas vérifiée, la convergence de la série de Legendre par les moyennes de Cesàro résulte immédiatement de celle de la série de Fourier.

7. Faisons les remarques suivantes :

Tout d'abord, il ne serait pas nécessaire de supposer connue la propriété des séries intégrées des séries de Legendre, qui vérifient (3), d'après laquelle ces séries convergent vers une intégrale. Il suffirait de recourir à la seconde série intégrée, qui converge uniformément vers $\int d\theta \int f(\cos\theta)\, d\theta$

en raison de (2) et de (3). Cette propriété apparaît alors comme corollaire.

D'autre part, l'expression (2) n'entre dans notre raisonnement que dans l'établissement de cette dernière propriété. Par suite le théorème du paragraphe I reste vrai pour toute série de la forme (1) qui vérifie (3), sans nécessairement vérifier (2), pourvu que la série intégrée converge vers une intégrale dans l'intervalle considéré.

Finalement il importe de remarquer que notre raisonnement s'applique, *mutatis mutandis*, à un grand nombre de séries d'autres fonctions.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Réduction de l'équation des jacobiens critiques.* Note de M. **Pierre Humbert**, présentée par M. Appell.

Les axes de l'ellipsoïde de référence étant a^2, b^2, o, considérons l'équation des jacobiens critiques telle que l'a donnée Poincaré,

$$\mathcal{E}(\rho) = \frac{R_1 S_1}{3} - \frac{RS}{2n+1} = 0,$$

pour une figure d'équilibre d'ordre pair, où

$$R = (\rho^2 - \alpha_1)(\rho^2 - \alpha_2)\ldots.$$

Prenant pour variable $\rho^2 = r$, nous poserons

$$F(r) = \sqrt{r(r-b^2)(r-a^2)},$$

et nous désignerons par M la quantité $\frac{R_1 S_1}{3}$, c'est-à-dire l'une ou l'autre des expressions

$$\frac{r}{2}\int_r^\infty \frac{dt}{t\,F(t)} \quad \text{et} \quad \frac{(r-a^2)(r-b^2)}{2}\int_r^\infty \frac{dt}{(t-a^2)(t-b^2)F(t)},$$

qui sont égales par suite de la première équation de Poincaré,

$$\frac{R_1 S_1}{3} = \frac{R_2 S_2}{5}.$$

Nous supposerons M déjà calculé en fonction de r, et nous chercherons à réduire $\mathcal{E}(\rho)$ à une forme simple.

Désignons par A et B les polynomes de degrés respectivement inférieurs à ceux de R' et de R, tels que

$$AR + BR' = 1;$$

et rappelons les équations de condition qui existent entre a^2, b^2 et les α_i

$$\frac{1}{\alpha_i}+\frac{1}{\alpha_i-b^2}+\frac{1}{\alpha_i-a^2}=-2\frac{R''(\alpha_i)}{R'(\alpha_i)}$$

ou

$$(1)\qquad \frac{F'(\alpha_i)}{F(\alpha_i)}=-\frac{R''(\alpha_i)}{R'(\alpha_i)}.$$

De ces équations on peut aisément tirer la formule suivante (¹) :

$$(2)\qquad \frac{B(0)}{R(0)}+\frac{B(b^2)}{R(b^2)}+\frac{B(a^2)}{R(a^2)}=0.$$

Ceci posé, nous écrirons

$$\frac{RS}{2n+1}=\frac{R^2}{2}\int_r^\infty\frac{dt}{R^2(t)F(t)}=\frac{R^2}{2}\int_r^\infty\frac{AR+BR'}{R^2}\frac{dt}{F}$$

ou, après une intégration par parties,

$$(3)\qquad \frac{R\dot{S}}{2n+1}=\frac{BR}{2F}+\frac{R^2}{2}\int_r^\infty\frac{dt}{F}\left(\frac{A+B'}{R}-\frac{BF'}{RF}\right).$$

La décomposition en éléments simples nous donnera

$$\frac{A+B'}{R}=-\frac{A'}{R'}-\frac{BR''}{RR'}=-\sum_{i=1}^{i=n}\frac{R''(\alpha_i)B(\alpha_i)}{R'^2(\alpha_i)(r-\alpha_i)}.$$

D'après (1), cette dernière somme est égale à

$$\sum_{i=1}^{i=n}\frac{B(\alpha_i)F'(\alpha_i)}{R'(\alpha_i)F(\alpha_i)(r-\alpha_i)},$$

égale elle-même à

$$\frac{B(r)F'(r)}{R(r)F(r)}-\frac{1}{2}\left[\frac{1}{r}\frac{B(0)}{R(0)}+\frac{1}{r-b^2}\frac{B(b^2)}{R(b^2)}+\frac{1}{r-a^2}\frac{B(a^2)}{R(a^2)}\right],$$

comme on le voit en décomposant en éléments simples la fraction *rationnelle*

$$\frac{2B(r)F(r)F'(r)}{R(r)F^2(r)}.$$

(¹) Voir, pour la démonstration, la Note : *Simplification d'une formule de M. Liapounov* (*Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 41).

En portant ces expressions dans (3) et tenant compte de (2), il viendra

$$\frac{RS}{2n+1}=\frac{RB}{2F}-\frac{R^2}{2}\int_r^\infty\frac{dt}{F}\left\{-\frac{1}{2}\frac{F'}{F}\frac{B(o)}{R(o)}+\frac{3}{4t}\frac{B(o)}{R(o)}\right.$$
$$\left.+\frac{1}{4}\frac{a^2-b^2}{(t-a^2)(t-b^2)}\left[\frac{B(a^2)}{R(a^2)}-\frac{B(b^2)}{R(b^2)}\right]\right\}$$

et, par conséquent,

$$\frac{RS}{2n+1}=\frac{RB}{2F}+\frac{R^2}{4F}\frac{B(o)}{R(o)}+\frac{R^2}{4}M\left\{\frac{3}{2t}\frac{B(o)}{R(o)}+\frac{1}{2}\frac{a^2-b^2}{(t-a^2)(t-b^2)}\left[\frac{B(a^2)}{R(a^2)}-\frac{B(b^2)}{R(b^2)}\right]\right\}.$$

En remontant par un calcul inverse, on voit que l'expression qui multiplie $\frac{R^2}{4}M$ est égale à

$$\frac{F'}{F}\frac{B(o)}{R(o)}+2\frac{BF'}{RF}-2\frac{A+B'}{R}.$$

Portant enfin dans $\mathcal{E}$, et posant

$$\frac{1}{2}\frac{B(o)}{R(o)}+\frac{B(r)}{R(r)}=F(r)P(r),$$

nous obtenons, après réduction,

$$\mathcal{E}(r)=-\frac{R^2(r)}{2}[2MFP'-P].$$

C'est l'expression que nous nous proposions d'obtenir. Elle est beaucoup plus simple que celle qu'a donnée M. Liapounov, où figurent des fonctions symétriques des racines du polynome R, d'un calcul long et ardu. Celle-ci pourra se calculer sans que l'on connaisse les racines de R.

RADIOLOGIE. — *Nouvel appareil fluorométrique pour le dosage des rayons X.* Note de M. H. Guilleminot, transmise par M. Villard.

Le dosage de l'efficacité d'un rayonnement X sur les différents tissus de l'organisme implique seulement deux mesures, comme je l'ai indiqué antérieurement (¹) :

1° La mesure de l'intensité du rayonnement incident;
2° La détermination de sa qualité.

En effet, connaissant ces deux mesures, on a tous les éléments nécessaires

(¹) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 462.

pour connaître la répartition au moins approximative des doses efficaces dans les tissus.

Or si la détermination de la qualité est des plus faciles à l'aide du radiochromomètre de Benoist ou de ses dérivés, celle de la quantité est beaucoup plus difficile.

Le médecin qui dose, avec les procédés couramment employés et à l'aide de l'unité H, l'énergie radiante qu'il croit distribuer aux tissus pathologiques, commet habituellement de très grosses erreurs d'appréciation en plus ou en moins, d'où les accidents et les échecs.

L'une des principales causes de ces erreurs est que la radiothérapie profonde exige des rayons très pénétrants et très filtrés, et que ces rayonnements n'agissent pas assez sur les réactifs chimiques pour permettre la précision des doses.

La méthode fluoroscopique ne présente pas cet inconvénient.

J'ai décrit antérieurement [1] un fluoromètre à étalon de radium. Il a l'inconvénient de nécessiter un étalon d'un prix élevé. J'ai cherché à substituer un étalon lumineux au radium, et à éviter les inconvénients des premiers essais qui avaient été faits il y a longtemps dans cette voie par Contremoulins et que j'avais tentés moi-même sans arriver à une précision suffisante.

C'est cet appareil nouveau que je présente aujourd'hui.

On regarde au moyen d'une lunette monoculaire ou binoculaire une lunule de verre dépoli ou d'opaline divisée en deux moitiés.

Une moitié est éclairée en arrière par la luminescence d'un petit écran de platinocyanure de baryum irradié par le rayonnement X étudié; l'autre moitié est éclairée par une lampe électrique étalon fonctionnant sous un voltage rigoureusement déterminé et dont le rayonnement traverse des écrans de verre bleu, jaune et vert appropriés de manière à obtenir une teinte exactement semblable à celle de la fluorescence du platino-cyanure. Entre ces écrans et la lunule se trouve placé un diaphragme réglable accolé à un verre dépoli qui permet de modifier l'intensité de l'éclairement dans un rapport qui varie de 1 à 12 environ.

Les deux principaux inconvénients des appareils fluorométriques sont les suivants :

1° L'écran de platino-cyanure de baryum risque de brunir si on l'expose trop longtemps au rayonnement. Cet inconvénient n'est pas négligeable

(1) *Radiométrie fluoroscopique*, 1910. Steinheil, éditeur.

dans le fluoromètre à radium, car il se peut qu'on oublie de rejeter l'étalon de radium après son emploi. Il est presque réduit à néant ici, la mesure se faisant en quelques secondes à 50^{cm} du foyer anticathodique.

Pratiquement, la constance de l'écran est suffisante pour donner toutes garanties aux mesures pendant un temps prolongé.

2° L'étalon lumineux peut se modifier avec l'usage. J'ai évité cet inconvénient en permettant une vérification périodique avec un second étalon lumineux dont l'emploi rare assure la constance relative. Ce deuxième étalon est placé, avec ses verres de couleur appropriés et ses verres dépolis, dans un tube de cuivre qui vient s'adapter à l'extrémité de la lunette de visée des rayons X.

Une clef permet de relever l'écran de platino-cyanure pour rendre le champ libre.

Dans ces conditions, le voltage des deux lampes étant amené au chiffre indiqué, l'égalité des plages doit être obtenue pour une ouverture déterminée du diaphragme. Si elle ne l'était pas, on modifierait l'étalon courant en élargissant ou en rétrécissant un diaphragme fixe adhérant au premier verre dépoli.

Le constructeur peut lui-même annuellement vérifier le deuxième étalon à l'aide d'un fluoromètre au radium.

Appareillage accessoire. — A. L'appareil peut servir de qualitomètre grâce à un filtre d'aluminium qu'on peut, à l'aide d'une clef, abaisser devant l'écran de platino-cyanure.

B. Une règle à calculs de quantité permet de connaître l'intensité du rayonnement à toutes distances auxquelles on traite les malades.

C. Une règle à calculs de qualité indique, en fonction de l'intensité avant et après le filtre, la force de pénétration du rayonnement par l'expression de la fraction transmise.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mode de décomposition pyrogénée du méthanol à haute température.* Note de Mlle **Églantine Peytral**, présentée par M. A. Haller.

Quand un composé gazeux est porté brusquement à une température élevée, il se produit généralement une série de réactions rapides dont la nature peut parfois être déterminée, en joignant à la connaissance de la

masse des corps qui ont pris naissance, celle des coefficients de réaction, après refroidissement du système au bout d'un temps très court.

Ainsi le méthanol se décompose à température élevée et dans un temps très court, en donnant de l'hydrogène, du méthanal et de l'oxyde de carbone; or ces corps peuvent se produire soit conformément aux deux réactions *simultanées*

(1) $$CH^3OH = HCHO + H^2,$$
(2) $$CH^3OH = CO + 2H^2;$$

soit par suite des réactions successives

(1) $$CH^3OH = HCHO + H^2,$$
(3) $$HCHO = CO + H^2.$$

Dans le premier cas, le rapport des masses d'oxyde de carbone et d'aldéhyde formées est *indépendant de la durée des réactions*, alors que, pour des réactions successives, ce rapport varie avec cette durée et lui est sensiblement proportionnel, quand elle est petite. Soit, en effet, x la masse moléculaire d'aldéhyde formée, au bout d'un temps très court Δt, et z la fraction de x d'aldéhyde décomposée pendant ce temps suivant la réaction (3). La masse d'aldéhyde libre entre les époques zéro et Δt étant sensiblement égale à $\frac{x}{2}$, on a, en désignant par c la constante de la vitesse de la réaction (3),

$$z = c\frac{x}{2}\Delta t,$$

d'où

$$\frac{z}{x} = \frac{c}{2}\Delta t.$$

Or, en faisant passer, pendant un temps déterminé, un courant rapide et constant de vapeurs d'alcool méthylique dans un tube en platine, de 2^{mm} de diamètre intérieur, chauffé, sur une longueur de 11^{cm}, vers $1150°$, à l'aide d'un bec Bunsen à flamme étalée, on a obtenu les résultats consignés sur le Tableau suivant. Sur ce Tableau, ρ_1 désigne le rapport de la masse moléculaire d'oxyde de carbone à celle de l'aldéhyde trouvée dans les produits des réactions, et ρ_2, le rapport $\frac{z}{x}$ d'aldéhyde décomposée suivant l'équation (3) à celle de l'aldéhyde formée suivant la réaction (1); enfin, n est le nombre moyen de molécules-milligrammes de gaz qui ont passé dans le tube, par seconde.

	Expériences.					
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
ρ_1	16,75	2,75	2,35	2,92	0,87	0,99
ρ_2	0,94	0,73	0,70	0,74	0,47	0,50
n	0,66	0,86	0,93	0,93	1,23	1,19
$n\rho_2$	0,62	0,63	0,65	0,69	0,58	0,60

Toutes choses égales, la durée moyenne des réactions est inversement proportionnelle à n; il en résulte que le produit $n\rho_2$ doit être constant, d'après ce qu'on a vu plus haut, si les réactions qui se produisent sont les réactions (1) et (3) : l'expérience montre qu'il en est ainsi. Au contraire, les différentes valeurs de ρ_1 ne sont nullement constantes.

Dans la décomposition rapide du méthanol, dont il vient d'être question, la molécule de cet alcool se déforme donc le moins possible, en donnant un corps qui est encore un composé ternaire; le méthanal et de l'hydrogène.

Je poursuis l'étude de ces décompositions pyrogénées.

GÉOLOGIE. — *Le Djebel Tekzim (Djebilet, Maroc occidental).* Note [1] de M. **P. Russo**, transmise par M. Ch. Depéret.

La chaîne des Djebilet forme au Maroc central une bande montagneuse orientée E-W. Le massif principal de cet ensemble est le Djebel Tekzim (1057^m) dont j'ai pu étudier la plus grande partie.

Le Tekzim est une arête orientée, comme la plupart de celles qui forment les Djebilet, NNE-SSW obliquement par rapport à l'axe général de la chaîne, et constituée par un anticlinal couché disparaissant au Sud sous des dépôts récents, coupé au contraire vers le Nord et surplombant la plaine dite *El Bahira*, dans la région d'Anakyr. La voûte de ce pli, inclinée vers l'Ouest, a été partiellement érodée, mais montre fort bien le noyau central. L'anticlinal est bordé vers l'Est par un synclinal qui, dans la partie nord-orientale de la montagne, s'élève jusqu'au sommet, donnant lieu à un phénomène d'inversion du relief.

Les terrains qui constituent le Tekzim sont de deux sortes : à la base, des schistes plus ou moins gréseux, bruns, gris ou noir rougeâtres; au sommet des calcaires successivement gris noirs et blancs.

(1) Séance du 12 novembre 1917.

J'ai distingué dans cet ensemble 14 couches, dont quelques-unes seulement sont fossilifères.

La série schisteuse inférieure pourrait être silurienne, mais à partir des schistes gréseux n° 5, les fossiles indiquent nettement l'étage coblencien qui comprend aussi la majeure partie des calcaires, sauf probablement les calcaires clairs n° 14 qui font sans doute déjà partie de la série mésodévonienne.

L'ensemble des couches, mesuré dans la région nord-est, où elles sont à peu près horizontales, offre une puissance totale d'environ 500^m.

J'ai relevé de bas en haut la série détaillée suivante :

1. Schistes noirs.
2. Schistes et calcaires noirs.
3. Schistes gris.
4. Schistes micacés verts et rouges.
5. Schistes rougeâtres gréseux.
6. Schistes bruns gréseux.
7. Schistes micacés gréseux : *Spirifer Esquerræ* De Vern.
8. Calcaires gréseux rouge tendre : *Orthis Beaumonti* De Vern.; *Spirifer* n. sp., court, à 4 plis sur le bourrelet et sur le sinus, identique à une espèce non décrite de Ferrones (collection École des Mines et Université de Lyon).
9. Calcaires noirs.
10. Grès rouges.
11. Calcaires gris et noirs.
12. Calcaires marmoréens gris, rouges et roses.
13. Calcaires durs chamois clair : *Orthis Beaumonti* De Vern.; *Spirifer* sp. peut être du groupe *Pellicoi* De Vern.; *Posidonomya Pargai* De Vern.
14. Calcaires gris clair marmoréens : Tiges d'encrines indéterminables.

Il paraît intéressant de noter ce fait qu'au Tekzim, comme dans la Montagne Noire, au pic de Bissous, les calcaires inférieurs sont de couleur sombre, ceux du sommet étant au contraire de couleur claire ou à peu près blanche.

On remarquera l'analogie des fossiles de ces terrains avec celles des terrains de même âge des Asturies, ce qui n'a rien d'étonnant étant donné que les deux régions appartiennent à la même grande province zoologique.

D'après les fossiles indiqués ci-dessus, suivant les déterminations de M. Ch. Depéret, il semble que nous ayons affaire à une série de niveaux paléontologiquement peu différents, appartenant tous au Coblencien.

En effet le *Spirifer Esquerræ* provient du Dévonien inférieur des Asturies (Sabero, Ferrones) de même que l'*Orthis Beaumonti*. La première espèce se rencontre aussi au col d'Aubisque dans les Pyrénées et à Néhou dans la Manche, la seconde dans le Coblencien de la Mayenne. On peut donc

constater une grande affinité entre le massif du Tekzim et ces diverses régions. Je rappellerai que M. L. Gentil a signalé vers le fort du 8 mars (région nord-ouest de Ben Ahmed, Maroc central) une faune coblencienne qui paraît très rapprochée de celle du Tekzim.

J'ai moi-même trouvé dans le Djebel Krarro, à mi-distance entre le Tekzim et le gisement de M. Gentil, et également à 6^{km} à l'ouest de Ben Ahmed, des calcaires rouges à tiges de crinoïdes écrasées et de gros *Orthoceras* restés indéterminés. Il est donc permis de voir là une longue bande de 80^{km} de Dévonien inférieur parallèle à la côte actuelle de l'Atlantique.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un nouveau procédé de reproduction des cloisons d'Ammonoïdés.* Note posthume de Mlle **S. Coëmme**, présentée par M. Émile Haug.

J'ai décrit, il y a un an, un procédé de reproduction des cloisons d'Ammonoïdés consistant à prendre une empreinte galvanoplastique, qui, redressée sur un plan, peut être tirée à la presse comme une épreuve de gravure [1]. Les paléontologistes se sont servis parfois de moulages métalliques de fossiles, notamment pour obtenir des contre-empreintes de moulages; mais l'on n'avait jamais, à ma connaissance, essayé d'imprimer sur papier la trace laissée sur une pellicule galvanoplastique par la ligne de suture des cloisons d'une Ammonite. J'ai fait ressortir tout le parti qu'on pouvait tirer de ce procédé et la possibilité de l'étendre à d'autres empreintes organiques fossiles présentant un faible relief, comme les empreintes de feuilles.

J'ai essayé depuis, au cours de ce genre de recherches, d'employer, au lieu de la galvanoplastie, le collodion que Nathorst avait préconisé pour les plantes fossiles, sinon pour les cloisons de Céphalopodes. Son procédé, qui consistait à photographier la pellicule à l'aide d'un éclairage oblique, devait donner des déformations, puisque la plaque photographique reproduit les ombres du relief et non le relief lui-même.

J'ai pensé qu'un meilleur parti pouvait être tiré de ce mode d'empreintes en plombaginant préalablement la cloison avec soin.

Voici comment j'opère : J'étends une couche de collodion d'épaisseur

---

(1) *Sur un nouveau procédé de reproduction des cloisons d'Ammonoïdés* (*Comptes rendus*, t. **162**, 1916, p. 769).

moyenne sur la surface d'une cloison que j'ai d'abord plombaginée. Après dessiccation, la pellicule soulevée montre, en noir, la trace de la cloison dessinée par la poudre de graphite enlevée à la fine rainure dans laquelle elle s'était logée. Placée entre deux lames de verre, cette pellicule peut aisément être photographiée par transparence ou bien par réflexion en la posant sur un papier blanc devant l'objectif.

Ce procédé, très simple, beaucoup plus pratique que celui que j'ai précédemment décrit en utilisant le concours de la galvanoplastie, a l'avantage d'être rapide et très peu coûteux. Il est susceptible de donner de très délicates reproductions, lorsque la cloison de l'Ammonite est finement gravée à la surface du fossile.

PALÉONTOLOGIE. — *Application des empreintes au collodion à la reproduction des cloisons des Ammonoïdés.* Note de M. **Constant Nicolesco**, présentée par M. Émile Haug.

L'étude des Ammonoïdés nécessite la reproduction rigoureuse des plus infimes détails de la coquille de ces Céphalopodes. Aux dispositifs employés pour la figuration de leurs cloisons par le dessin direct ou à la chambre claire, dont les différents auteurs se sont contentés depuis d'Orbigny et Quenstedt, s'est ajouté, en 1893, le procédé R. Nicklès [1] par photographies successives et partielles et, en 1916, celui des empreintes galvanoplastiques. Plus récemment, M[lle] Coëmme, l'auteur de ce dernier procédé, avait imaginé en outre [2], peu de temps avant sa mort, d'utiliser, sur les conseils de M. Haug, des empreintes au collodion. Elle s'est servi à cet effet d'un dispositif très ingénieux consistant dans le noircissement à la plombagine des creux cloisonnaires. L'application d'une couche de collodion sur la partie à reproduire permettait ensuite la fixation du tracé, la pellicule portant, une fois enlevée, l'empreinte en noir de la ligne de suture.

Le procédé des empreintes au collodion avait du reste été employé précédemment par divers auteurs à des objets bien différents : par J.-H. Berry dans des études d'histologie animale; par M.-A. Gaillard dans

---

(1) R. Nicklès, *Application de la photographie au dessin des cloisons des Ammonites* (*Bull. Assoc. amicale des Élèves de l'École des Mines*, Paris, 1893).

(2) Voir *la Note ci-dessus*.

l'examen des champignons épiphytes; par L. Buscalioni et G. Pollacci dans leurs recherches sur les plantes actuelles et sur l'épiderme humain; par L. Jost et A.-G. Nathorst dans l'étude des plantes fossiles.

Après de nombreux essais je me suis arrêté à une technique complètement différente de celle de mes prédécesseurs et voici le procédé de reproduction des cloisons que j'emploie actuellement.

J'ai préparé le collodion dont je me suis servi en dissolvant du pyroxylène (coton-poudre) ou du celluloïd (mélange complexe de fulmicoton et de camphre) dans un mélange à parties égales d'acétone et d'acétate d'amyle. Le liquide incolore, sirupeux, plus ou moins dilué qui en résulte, est alors associé à 10-15 pour 100 d'huile de ricin ou de glycérine. Le produit obtenu est étalé sur la surface à étudier; exposé à l'air, il se transforme en une membrane solide, adhérente, qui détachée donne une pellicule transparente, avec la solution ricinée, et laiteuse-opaque, avec la solution glycérinée, fine, souple, élastique reproduisant fidèlement les détails et portant en saillie ou en creux l'empreinte de la cloison. La prise de cette pellicule est lente, mais l'empreinte n'en est que plus parfaite. Par contre, le collodion officinal en solution alcool-éthérée, que j'avais d'abord employé et que j'ai dû abandonner, se prend rapidement et donne une pellicule moins fidèle, trouble et très riche en bulles. Le collodion est hygroscopique; hydraté il donne des pellicules opalescentes, ou même laiteuses-opaques lorsque la quantité d'eau absorbée est grande; aussi les pellicules transparentes ne sont obtenues qu'avec des solutions fraîchement préparées et sur des surfaces dépourvues de toute trace d'eau.

Supposons que la cloison à reproduire se présente en creux; elle est brossée, débarrassée minutieusement sur toute sa longueur des impuretés, témoins du test ou de la gangue. Si la cloison est fine et faiblement en creux, on la colore avec un mélange de noir de fumée dans de l'huile de lin, lorsque l'échantillon présente une couleur claire, avec du vermillon lorsqu'elle est foncée; ensuite, afin d'éviter tout étalement ultérieur, on la saupoudre d'un fixatif qu'on laisse sécher et l'on fait tomber quelques gouttes d'un collodion à 0,5-1 pour 100 limpide et sans bulles, gouttes qu'on promène en donnant à l'échantillon des inclinaisons variables, sur la surface cloisonnaire, qu'on recouvre largement du liquide, en ayant soin de le faire pénétrer dans les moindres sinuosités. Lorsque cette première couche est solidifiée, on applique successivement à l'aide d'un pinceau plusieurs autres couches d'un collodion à 10-12 pour 100, en opérant légèrement et avec rapidité pour ne pas occasionner la dissolution partielle ou totale de la couche précédente déjà solidifiée. Dans le cas où le creux cloisonnaire est profond, on ne le colore pas, la plus grande épaisseur de la pellicule communiquant au tracé de la cloison une teinte plus foncée qui permet la reproduction.

Le collodion fluide donne une meilleure empreinte, une pellicule très mince (quelques centièmes de millimètre) et sans bulles; pour cette raison on doit l'employer surtout dans le cas des empreintes de cloisons colorées, car avec les gouttes on ne peut limiter la quantité du liquide agglutinatif. Après quelques heures d'exposition à l'air, au bout desquelles le dissolvant est complètement évaporé, on délimite sur la membrane, à l'aide d'un scalpel, une surface englobant largement la cloison et l'on détache avec soin une pellicule uniforme, d'épaisseur variable suivant la taille de l'individu et les

caractéristiques de la cloison, à laquelle on donne une forme convenable, pour qu'elle puisse, sans déformation, être parfaitement étalée. Mise sous presse (10^{kg} environ) pendant quelques heures, puis montée entre lame et lamelle et lutée, elle constitue un négatif dont on peut se servir pour faire soit un cliché, soit une projection photographiques. Il est indispensable de l'agrandir suffisamment, d'employer le papier au ferroprussiate, de dessiner minutieusement et uniformément le tracé cloisonnaire, afin que l'épreuve définitive, réduite par le photograveur, ne contienne que fortement réduites les rares erreurs qu'on a pu commettre.

Si l'échantillon est orné de tubercules on procède en deux temps : 1° on détache la pellicule en ayant soin de laisser les tubercules recouverts de leur membrane de collodion et on la reproduit; 2° on reporte sur la reproduction chacune des coiffes en collodion des tubercules, sur lesquels la cloison chevauche, à sa place respective et l'on photographie l'ensemble.

En résumé, le procédé des empreintes au collodion doit être préféré à tout autre, parce qu'il permet d'éviter le travail fastidieux et minutieux de la chambre claire; celui des photographies successives, trop coûteux et demandant une grande habileté photographique; celui plus fidèle, mais moins pratique, de la galvanoplastie, procédés sujets tous à des erreurs dues aux raccords des dessins ou des photographies, et parce qu'il s'applique à tous les échantillons sans qu'on doive tenir compte de la forme, de la dimension, de la composition lithologique, de l'ornementation, etc., de ce que la cloison est simple ou complexe, externe ou interne, en creux ou en saillie. Ce procédé se distingue en outre par la facilité et la rapidité du travail. Les dessins obtenus présentent une fidélité telle que deux empreintes d'une même cloison, faites dans les mêmes conditions, sont rigoureusement semblables. Les pellicules une fois préparées peuvent être manipulées sans difficulté, conservées et communiquées.

ANTHROPOLOGIE. — *Rochers à cavités cupuliformes et pédiformes en Macédoine grecque.* Note de M. **Étienne Patte**, présentée par M. Émile Haug.

Dans le massif montagneux des Krusa-Balkans (Grèce), situé à 60^{km} au nord de Salonique, on rencontre en grande quantité des roches gneissiques, des micaschistes et des talcschistes, qui semblent par places passer aux schistes argileux à allure sédimentaire [1]. Ces micaschistes opposent aux agents destructeurs des résistances très différentes, certains donnant très facilement une poussière impalpable. Il se forme ainsi, principalement sur

[1] Rien ne permet d'affirmer l'âge archéen des terrains cristallophylliens des Balkans (Haug, *Traité de Géologie*).

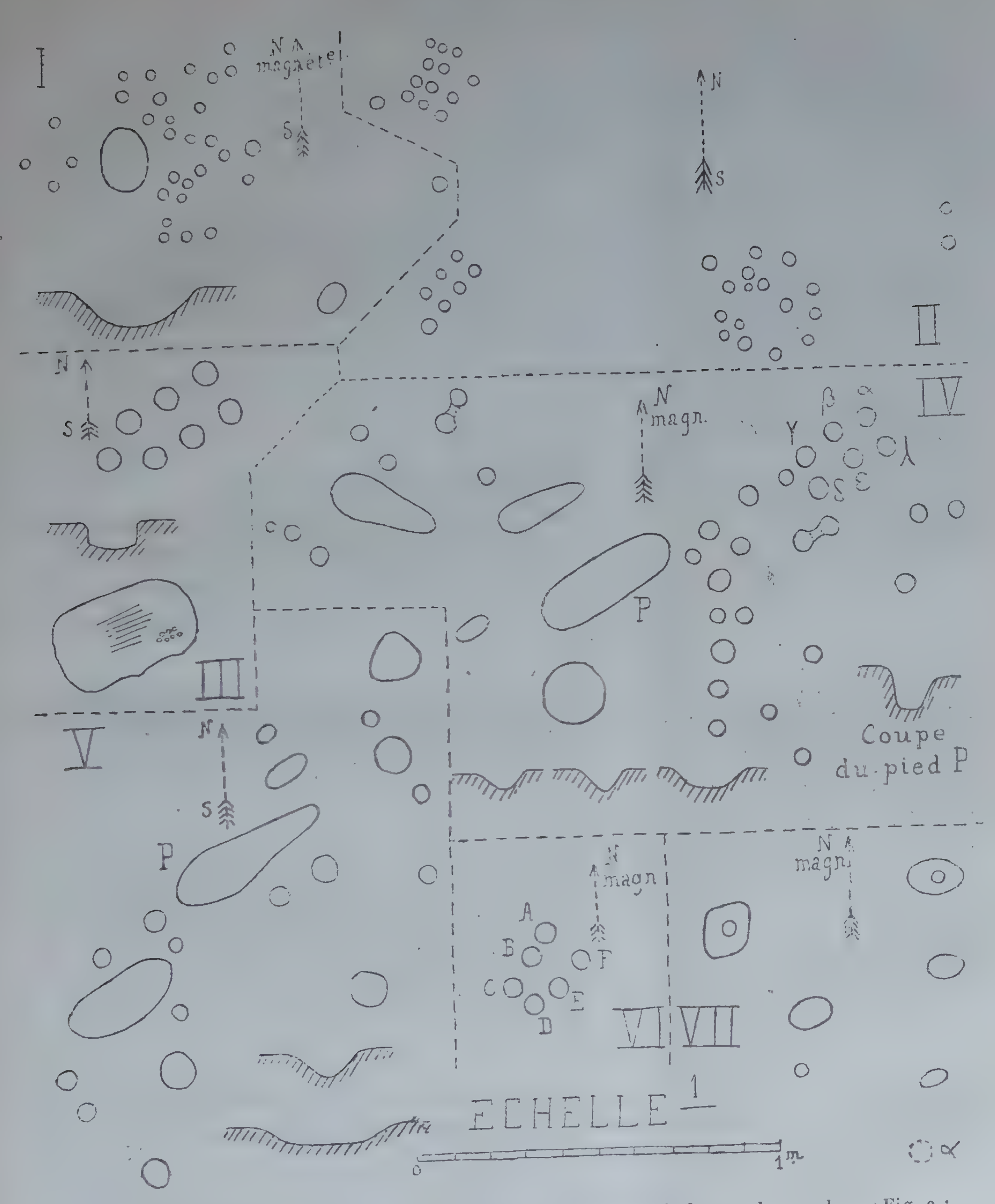


Fig. 1 : Rocher entre Baisili et Karamudli, et coupe en long de la grande cupule. — Fig. 2 : Rocher dans le village d'Usemli, avec cupules sur deux lignes parallèles. — Fig. 3 : Rocher au sud de Pankarashli; coupe par le centre d'une cupule et situation des cupules sur le rocher. — Fig. 4 : Rocher du groupe de Kamberli, avec pieds, cupules conjuguées et lignes parallèles de cupules. — Fig. 5 : Même groupe avec pieds (profondeur de P = 8cm) ; coupes de cupules moyenne et grande. — Fig. 6 : Même groupe; lignes parallèles de cupules. — Fig. 7 : Même groupe ; petites cupules au fond de grandes (α = position douteuse de la 7e cupule).

les pentes, des rochers groupés ou isolés qui émergent du sol comme des petits récifs de forme tabulaire.

C'est sur de semblables rochers que j'ai observé en plusieurs points du massif des cavités en forme de *cupules* et de *pieds humains*. Ces dernières n'ont été observées qu'en un seul point associées aux premières; celles-ci sont beaucoup plus fréquentes et se rencontrent soit isolées, soit groupées en plus ou moins grand nombre. Le groupement le plus important de ces roches à cavités se trouve dans la montagne non loin de Kamberli, au nord des sources du Galiko; les rochers de schiste sont étagés sur la pente de la montagne qui descend vers la vallée de cette rivière. Sur six groupes consécutifs de ces groupements de rochers on voit des cavités des deux sortes. Les *cupules* varient de dimensions et de forme : Le diamètre varie de 2^{cm} ou 3^{cm} à 17^{cm} environ, les plus nombreuses ont de 3^{cm} à 5^{cm} de diamètre; certaines étant à peine marquées, leur profondeur varie de 0^{cm} à 6^{cm} au moins. Leur forme varie beaucoup et peut être celle d'une coupe, d'un calice, être conique ou à bords droits (*fig.* 3). Généralement, elles sont sur la partie plane du rocher; il en est quelques-unes qui sont sur une partie très inclinée et ont pourtant un fond horizontal, d'autres qui ne peuvent pas retenir d'eau. On peut noter aussi les particularités suivantes : Une cupule provient de l'agrandissement local d'une rainure naturelle. Sur un rocher on voit à côté de pieds et d'autres cupules deux couples de cupules conjuguées, celles-ci assez rapprochées communiquant entre elles par un petit canal (*fig.* 4). Sur un autre on voit au fond de deux grandes cupules une cupule plus petite (*fig.* 7). Enfin les cupules sont groupées de façons fort différentes et en nombre très variable, de 1 à plus de 50. Quelquefois on peut observer des cupules disposées suivant deux lignes parallèles (*fig.* 2, 3, 4 et 6). Les *pieds* varient également de forme : celle-ci toujours allongée rappelle plus ou moins nettement celle de l'empreinte d'un pas humain; leurs dimensions varient aussi beaucoup, de 4^{cm} à 14^{cm} de largeur, de 10^{cm} à 45^{cm} de longueur; leur profondeur peut dépasser 8^{cm}. Leurs grands axes ont souvent une direction parallèle.

Des cavités analogues se rencontrent également sur des rochers de structure semblable au pied des montagnes qui bordent à l'ouest le bassin d'effondrement de Monastir. Toutes ces cavités sont absolument comparables à celles que le Dr Marcel Baudouin a signalées à maintes reprises, spécialement en Vendée [1]. Rien ne permet ici de déterminer leur âge.

---

[1] M. Baudouin, *Moulages de gravures sur rochers* (*cupules et pieds*) *découvertes à l'île d'Yeu* (*Vendée*) (*Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 442-444); *Découverte*

PHYSIQUE COSMIQUE. — *Orages magnétiques, facules et taches solaires.* Note [1] de M. **Henryk Arctowski.**

De 1882 à 1903, E.-W. Maunder [2] enregistre 16 *grands* orages magnétiques observés à Greenwich.

La somme des aires projetées des taches solaires (ombre et pénombre) observées ces jours d'orages magnétiques étant exprimée par 100, les nombres correspondants des sept jours précédant ces dates sont :

Jours.....	−7	−6	−5	−4	−3	−2	−1	0
Taches....	58	73	75	86	99	99	102	100

et les moyennes des neuf jours suivant ceux des grands orages magnétiques sont :

Jours.....	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9
Taches.....	98	84	72	61	52	44	38	35	31

En moyenne, il y a donc un maximum de taches solaires la veille des jours d'orages magnétiques. Mais ce maximum n'est pas parfaitement caractéristique, attendu que les deux jours qui le précèdent ainsi que les deux jours qui le suivent fournissent des valeurs pratiquement identiques. De plus, la courbe exprimant les chiffres graphiquement n'est pas symétrique : il y a moins de taches après l'orage magnétique qu'avant. Ces faits confirment les résultats obtenus par Loomis [3] et par Lord Kelvin [4].

Prenant maintenant en considération les chiffres relatifs à chaque orage magnétique, nous constatons que dans un seul cas seulement, dans le cas de l'orage du 13 février 1892, le maximum de taches a coïncidé avec l'orage; que dans trois cas (17 avril 1882, 17 novembre 1882 et 9 sep-

---

d'une pierre à sculptures de type néolithique sous des dunes anciennes des marais de Vendée (*Comptes rendus*, t. **160**, 1915, p. 614); *Découvertes d'un menhir à sculptures, tombé sous les dunes de l'intérieur du marais de Mont Saint-Hilaire-de-Riez* (*Vendée*) (*stratigraphie néolitique*) (*Revue anthropologique*, t. **26**, 1916, n^{os} **7** et **8**, p. 273-291); *Les sculptures et gravures de pieds humains sur rochers :* Congrès de Tunis, 1913 (*A. F. A. S.*, 1914, hors volume).

(1) Séance du 12 novembre 1917.

(2) *M. N. R. Astron. Soc.*, 1904, p. 4.

(3) *Amer. J. Sc.*, t. 50, 1870, p. 167.

(4) *J. Inst. Electr. Eng.*, t. 54, 1916, p. 424.

tembre 1898) le maximum a été observé un jour après et dans trois cas (2 octobre 1882, 12 mars 1892 et 20 juillet 1894) un jour avant l'orage. Donc dans moins que la moitié des cas seulement, le maximum de taches correspond à la veille, au jour de l'orage ou au lendemain. Dans cinq autres cas nous l'observons 2, 3 ou 4 jours avant et, enfin, dans les quatre cas restants, il ne peut être question de corrélation, les maxima s'observant 6 jours avant ou 4, 6 et même 8 jours après la date de l'orage magnétique.

Pourtant, si nous remarquons que l'orage magnétique ne peut pas être provoqué par l'ensemble des taches, distribuées au hasard sur le disque solaire, mais seulement par l'une d'elles émettant, par hypothèse, un pinceau de rayons β dévié de sorte que la Terre le traverse, il devient évident qu'un maximum de taches dénote simplement une plus grande probabilité qu'un tel cas se produise. Un autre facteur de corrélation nous est fourni par les statistiques des facules solaires.

Dans le cas des 16 grands orages magnétiques discutés, des minima caractéristiques de facules (aires projetées) s'observent depuis le quatrième jour avant la date de l'orage jusqu'au jour suivant cette date comme suit :

Jours	—4	—3	—2	—1	0	+1
Nombre de cas	1	1	5	4	3	2

Les orages magnétiques sont donc favorisés par la coexistence d'un maximum de taches et d'un minimum de facules.

Les quotients des aires occupées par les facules et les taches le prouvent avec plus d'évidence.

Les moyennes fournissent en effet les chiffres suivants :

Jours avant l'orage	—7	—6	—5	—4	—3	—2	—1	0
Rapports	1,23	0,92	1,08	0,87	0,83	0,69	0,67	0,70

Jours après l'orage	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9
Rapports	0,78	0,79	0,92	1,03	1,21	1,45	1,72	1,99	1,74

En moyenne, la veille d'un jour d'orage magnétique est donc caractérisée par un minimum du rapport des aires de facules et de taches.

Ayant montré précédemment [1] qu'un maximum de développement de taches est suivi d'un maximum de développement de facules, survenant en moyenne 9 jours plus tard, fait également vérifié par les chiffres précédents, il semble qu'on est justifié d'admettre que ce doivent être les taches en voie de formation qui agissent de préférence sur le magnétisme terrestre.

---

[1] Voir *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 435.

On est donc tout naturellement porté à se demander si les voiles faculaires, venant plus tard, et d'autres voiles de vapeurs, moins apparents, n'absorbent pas les émissions, et si, de par ce fait, ce n'est pas tout à fait exceptionnellement que les taches peuvent projeter dans l'espace les pinceaux d'électrons qui, par hypothèse, provoquent les orages magnétiques.

La grande luminosité des facules pourrait être attribuée à la même cause. Ce serait un phénomène d'électro- ou de radio-luminescence.

BOTANIQUE. — *Embryogénie des Alismacées. Développement du proembryon chez le* Sagittaria sagittæfolia *L.* Note de M. **R. Souèges**, présentée par M. Guignard.

Hofmeister ([1]) et la plupart des embryologistes venus après lui ont désigné sous le nom de *proembryon* ou *préembryon* le groupe cellulaire constitué par le suspenseur et la cellule embryonnaire encore indivise ou ayant de très peu dépassé le stade de la première division. Ainsi défini, ce terme manque de précision et il devient difficilement applicable à tous les cas. Le seul critère qui permette de reconnaître le passage de l'état proembryonnaire à l'état embryonnaire proprement dit est le changement de symétrie. Dans cette Note, ne seront résumées que les observations se rattachant au développement du jeune embryon, pendant tout le temps qu'il reste symétrique par rapport à un axe.

Parmi les travaux antérieurs concernant l'embryogénie des Alismacées, les plus remarquables sont ceux de Hanstein ([2]) et de Famintzin ([3]) sur l'*Alisma Plantago* et celui de Schaffner ([4]) sur le *Sagittaria variabilis*. En ce qui concerne les premiers stades du développement, les observations de Hanstein sont nettement erronées; celles de Famintzin et de Schaffner sont exactes et concordantes; elles laissent néanmoins subsister quelques points mal déterminés et surtout ont le tort de laisser croire qu'entre les Mono-

([1]) Hofmeister, *Neuere Beobachtungen über Embryobildung der Phanerogamen* (*Jahrb. für wiss. Bot.*, t. 1, 1858); *Neue Beiträge zur Kenntniss der Embryobildung* (*Abhandl. der Sächs. Gesellsch. der Wiss.*, 1859 et 1861).

([2]) J. Hanstein, *Die Entwicklung des Keimes der Monokotylen und Dikotylen* (*Bot. Abhandl.*, t. 1, Bonn, 1870).

([3]) A. Famintzin, *Embryologische Studien* (*Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 7e série, t. 26, nº 10, 1879).

([4]) J.-H. Schaffner, *Contribution to the life-history of* Sagittaria variabilis (*Bot. Gazet.*, t. 23, 1897, p. 252).

cotylédones et les Dicotylédones existent de grandes différences dans les règles qui président aux premières étapes de l'embryogenèse.

La cellule-œuf du *Sagittaria* se divise transversalement et donne naissance à une cellule apicale et une cellule basale. Celle-ci, voisine du micropyle, ne se divise plus dans la suite; elle devient considérablement grosse et présente tous les caractères bien connus des cellules géantes; elle ne disparaît que dans le voisinage de la maturité. Cette différenciation si précoce de la cellule basale est un phénomène important. Il en résulte que la cellule apicale devient, au point de vue embryogénétique, l'homologue de la cellule œuf ou cellule embryonnaire primordiale, telle qu'on la rencontre dans d'autres groupes, chez le *Myosurus minimus* ou le *Capsella Bursa-pastoris*, par exemple ([1]).

Elle suit les mêmes lois de développement. Elle se divise transversalement pour donner naissance à deux cellules superposées. Ni Famintzin, ni Schaffner n'ont pu apporter la preuve irréfutable de cette cinèse; les figures mitotiques que j'ai pu observer ne laissent plus subsister aucun doute sur le cloisonnement transversal de la cellule apicale et sur la véritable origine de la cellule médiane du proembryon tricellulaire.

Les deux éléments superposés ainsi engendrés se cloisonnent, l'inférieur transversalement, le supérieur verticalement pour constituer la tétrade. Les deux cellules supérieures juxtaposés de cette tétrade donnent naissance au cotylédon; la cellule placée au-dessous engendre la moitié supérieure de l'axe hypocotylé et le cône végétatif de la tige; aux dépens de la cellule inférieure, voisine de la vésicule micropylaire, se différencient la moitié inférieure de l'axe hypocotylé, l'hypophyse et le suspenseur proprement dit.

Le mode de cloisonnement de ces quatre éléments est le même que celui des éléments de la tétrade du *Myosurus minimus*. Au stade octocellulaire, les deux éléments supérieurs juxtaposés ont engendré des quadrants cotylédonaires, l'élément intermédiaire s'est cloisonné verticalement, l'élément inférieur, au contraire, s'est segmenté transversalement pour donner naissance à deux cellules superposées. Au stade où l'embryon comprend seize cellules, les quadrants, par segmentation transversale, ont engendré des octants; les deux cellules juxtaposées placées au-dessous se sont cloisonnées verticalement et ont donné naissance à quatre cellules circumaxiales; la cellule inférieure, issue du cloisonnement transversal de l'élément inférieur de la tétrade, s'est segmentée à son tour verticalement et sa sœur a pris une nouvelle cloison horizontale séparant encore deux cellules superposées.

A ce moment, le proembryon, à part la vésicule micropylaire, se compose de six étages cellulaires. Si l'on réunit en un seul les deux étages de la partie cotylédonaire, on peut dire que, depuis le stade tétrade jusqu'au stade de l'embryon à seize cellules,

---

([1]) Voir R. Souèges, *Recherches sur l'embryogénie des Renonculacées* (*Bull. Soc. Bot. France*, t. 58, 1911, p. 546); *Les premières divisions de l'œuf et l'origine de l'hypophyse chez le* Capsella Bursa-pastoris *Mench.* (*Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 158).

le nombre des éléments composant un étage est égal à la somme des éléments composant tous les autres étages placés au-dessous. A côté de cette loi régissant la disposition des cellules, on peut ajouter que la loi plus générale de puissance égale de division des premiers blastomères se trouve également observée comme chez le *Myosurus minimus* et le *Capsella Bursa-pastoris*, puisque chacune des deux, quatre et huit cellules proembryonnaires a donné naissance à un nombre égal d'éléments cellulaires.

Les trois histogènes se différencient dans les trois étages médians comme Famintzin l'a indiqué au sujet de l'*Alisma Plantago*. En ce qui concerne l'étage représenté par les quatre octants cotylédonaires supérieurs, les cloisonnements ont lieu selon le processus qui a été décrit au sujet du *Myosurus minimus*, avec cette différence toutefois que, tout d'abord, il se forme fréquemment une cloison parallèle au plan équatorial. Les deux étages inférieurs engendrent l'hypophyse et le suspenseur proprement dit; les phénomènes de division dont ils sont le siège se rattachent à la différenciation du sommet radiculaire.

En résumé, les règles qui président aux premières étapes du développement sont les mêmes dans les deux formes types de l'embryon, monocotylédoné ou dicotylédoné. Les cellules naissent dans le même ordre et se disposent d'une manière comparable; elles donnent néanmoins naissance à des régions du corps embryonnaire tout à fait différentes.

La différenciation extrêmement précoce de la cellule basale et la substitution de la cellule apicale à la cellule-œuf constituent des faits dignes de remarque. Ils apportent une preuve nouvelle de la non-spécificité cellulaire et démontrent que les lois du développement possèdent seuls les caractères les plus constants (¹).

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur une nouvelle plante à acide cyanhydrique, l'*Isopyrum fumarioides *L.* Note de M. **Marcel Mirande**, présentée par M. Guignard.

Le genre *Isopyrum*, de la famille des Renonculacées (Aquilégiées), délimité d'une manière peu naturelle et qu'on peut considérer comme un terme de passage entre les genres *Nigella* et *Helleborus*, renferme environ 25 espèces, presque toutes asiatiques; quelques-unes appartiennent à l'Amérique boréale et une seule à l'Europe, l'*Isopyrum thalictroides* L.

En 1913 (²), j'ai signalé la présence de l'acide cyanhydrique dans cette

(¹) Les observations résumées dans cette Note seront publiées, avec figures à l'appui, dans un autre Recueil.

(²) Mirande, *Sur quelques plantes nouvelles à acide cyanhydrique* (*Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 22 novembre 1913).

dernière plante, ajoutant ainsi un genre nouveau de plantes à contenu cyanique à la famille des Renonculacées, où l'on comptait déjà, à ce point de vue, un petit nombre d'espèces appartenant aux genres *Aquilegia*, *Ranunculus* et *Thalictrum*.

Dans l'*Isopyrum fumarioides* L., originaire de Sibérie et que je cultive dans le Jardin alpin du Lautaret, j'ai constaté aussi la présence d'une substance qui, sous l'influence d'une enzyme agissant à la façon de l'émulsine et contenue aussi dans la plante, se décompose en donnant, entre autres produits, de l'acide cyanhydrique.

Les diverses parties de la plante sont rapidement broyées et mises en macération dans un peu d'eau, pendant quelques heures, à la température de 25° à 30°. La plante contient suffisamment d'enzyme pour hydrolyser la substance cyanogénétique. Après digestion, la masse est soumise à la distillation sous l'action d'un courant de vapeur d'eau. Une petite quantité d'acide cyanhydrique, dont il n'est pas tenu compte dans les résultats, s'échappe pendant la digestion et la distillation. Le distillat accuse tous les caractères de la présence de l'acide cyanhydrique, notamment la réaction du bleu de Prusse.

Le dosage, par la méthode de Fordos et Gélis, m'a donné, au mois d'août, pour 100g de plantes fraîches, à l'état de pleine floraison et même presque en fruits, 0g,249 d'acide cyanhydrique. Les fruits verts en contiennent 0g,115 pour 100.

Je rappelle, en passant, que l'*I. thalictroides* m'avait donné 0g,042 pour 100.

Dans les plantes cyanogènes, à part quelques rares exceptions, la teneur en acide cyanhydrique est d'autant plus grande que la plante est plus jeune; c'est le cas aussi pour l'*I. fumarioides*. Le chiffre ci-dessus, qui s'applique à la plante déjà en fruits, ne représente donc qu'une quantité moyenne.

On voit que ce chiffre est déjà élevé et place cette espèce parmi les plantes les plus riches en contenus cyaniques. Après le classique *Pangium edule*, la plante la plus riche connue en acide cyanhydrique et où cet acide est engagé dans une combinaison instable, viennent le célèbre *Phaseolus lunatus*, ou Haricot de Java, dont les jeunes feuilles contiennent jusqu'à 0g,250 pour 100, et le *Prunus Laurocerasus* var. *Schipkaensis* qui a fourni, à l'analyse de Guignard, jusqu'à 0g,286 pour 100 d'acide cyanhydrique.

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur l'utilisation du marc de raisin comme combustible.* Note de M. C. **Matignon** et Mlle G. **Marchal**.

La pénurie et le prix élevé des combustibles attirent l'attention sur bon nombre de substances négligées ou mal utilisées, qui possèdent un pouvoir

calorifique dont on pourrait tirer parti à l'heure actuelle. Le marc de raisin rentre précisément dans ce cas.

Par ses teneurs en azote, phosphore et potasse, le marc constitue un engrais comparable au fumier; il possède également une valeur alimentaire bien établie. Müntz a étudié ces points tout spécialement et accumulé de nombreuses données quantitatives sur les marcs, dans de longues et importantes recherches sur la culture et l'exploitation de la vigne (1). Mais leur utilisation, soit comme aliment, soit comme engrais, recommandée par Müntz, n'est pas encore généralisée.

Dans la basse Bourgogne, en particulier, les vignerons ont des préventions contre le marc en tant qu'engrais direct et ce n'est que bien rarement qu'ils l'utilisent après l'avoir mis en composts avec de la terre ou du fumier, de sorte que la plus grande partie de ce résidu reste en ce moment sans emploi.

Nous avons étudié un marc provenant de la région de Chablis (Yonne) en nous plaçant surtout au point de vue de ses propriétés comme combustible. Ce marc, de la récolte 1916, avait été particulièremeut abondant à cause des ravages causés par le cochylis; beaucoup de grains, qui s'étaient desséchés sans mûrir, se retrouvaient tout entiers dans le marc.

Dessiccation. — Après distillation, le marc avait été abandonné sous un hangar où il avait subi un commencement de dessiccation.

Desséché alors à 115°, il perdait 48,65 pour 100 d'eau, au lieu des 65 pour 100 que contient en moyenne un marc frais.

Plusieurs échantillons d'environ 250g, laissés l'hiver dernier dans une salle non chauffée (3° à 7°), ont perdu progressivement les quantités d'eau suivantes :

	pour 100.
13 janvier	0
15 »	22,4
16 »	29,5
17 »	34
18 »	36,7
20 »	39,8
22 »	40,4
24 »	40,9
27 »	41,1
21 février	40,7

(1) Muntz, *Les vignes. Recherches expérimentales sur leur culture et leur exploitation.* Paris, 1895.

On atteint alors un équilibre de dessiccation variable avec l'état hygrométrique; le marc contient encore environ 13 pour 100 d'eau.

D'après cela on peut conclure qu'une station suffisamment prolongée, sous un hangar bien aéré, permettrait facilement d'abaisser la teneur en eau d'un marc non tassé à 25 à 30 pour 100.

Composition. — Dans le marc desséché à 115°, on a dosé et analysé les cendres. Le carbone et l'hydrogène ont été également déterminés, on a trouvé :

	I.	II.	Moyenne.
Carbone	48,19	48,24	48,21
Hydrogène	5,52	5,38	5,45
Azote	2,35	2,45	2,40
Cendres	11,60	»	11,60

Les éléments minéraux sont contenus dans les proportions suivantes :

SiO^2	2,27
CaO	2,64
MgO	0,20
$Al^2O^3 + Fe^2O^3$	1,77
K^2O	2,34
Na^2O	0,16
SO^3	0,29
P^2O^5	1,08

Ce marc est particulièrement minéralisé; la teneur en cendres des marcs examinés par Müntz oscille autour de 6 pour 100 et les teneurs en potasse et acide phosphorique sont diminuées dans le même rapport.

Pouvoir calorifique. — Le marc desséché à 115° a été brûlé dans la bombe calorimétrique. On a trouvé, à volume constant, un pouvoir calorifique de 4698^{cal} :

I.	II.	Moyenne.
4724^{cal}	4671^{cal}	4698^{cal}

La chaleur de combustion à volume constant ne diffère pas de la même chaleur à pression constante.

Le pouvoir calorifique, toute l'eau étant volatilisée, doit être diminué de 297^{cal}, ce qui ramène le pouvoir calorifique réel à

$$4400^{cal}.$$

Le calcul de la température théorique de la flamme, qui constitue une caractéristique intéressante de combustibles, conduit à 1930°, en suivant les indications données par M. Mahler [1].

[1] *Revue universelle des Mines*, 4e série, t. 5, 1904, p. 1.

D'après ces données, l'utilisation des marcs comme combustibles peut certainement être réalisée dans des gazogènes appropriés, car leurs constantes thermiques, leur composition chimique, leur teneur en cendres, rapprochent tout à fait les marcs de la tourbe, avec l'avantage pour ceux-ci de se prêter à une dessiccation plus rapide. Des essais dans ce sens doivent être entrepris prochainement avec les marcs de la dernière récolte.

Remarquons que la combustion permet de récupérer la plus grande partie du phosphore et de la potasse dans les cendres et que seul l'azote est perdu.

Une tonne de marc à 25 pour 100 équivaut comme pouvoir calorifique à $0^t,4$ de charbon. Avec une production, en année moyenne normale, de 50 millions d'hectolitres de vin et une récupération de $17^{kg},5$ de marc frais par hectolitre, l'ensemble des marcs français représente un pouvoir calorifique équivalant théoriquement au moins à 160000^t de charbon.

ZOOLOGIE. — *Sur les rapports de parenté du Saumon* (Salmo salar *L.*) *et des Truites d'Europe* (Salmo trutta *L.*, Salmo fario *L.* et var.) Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Edm. Perrier.

Une Note récente ([1]), due à M. G.-A. Boulenger, remet en question cet intéressant problème. L'auteur, après avoir établi judicieusement ([2]) plusieurs catégories parmi les Poissons des eaux douces, place le Saumon (*Salmo salar*) avec la Truite de mer (*Salmo trutta*) dans celle qu'il nomme des « thalassogènes dulcaquicoles », en leur attribuant une origine marine. Antérieurement, M. Meek (*The Migrations of Fish*, 1916) s'était rangé à une opinion similaire, en lui ajoutant que, les Saumons du Pacifique (*Oncorhyncus*) et ceux de l'Atlantique s'étant séparés depuis le Crétacé, les premiers, en raison de leur courte existence juvénile en eaux douces,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 327.

([2]) Tout en acceptant dans leur ensemble la plupart des vues que M. G.-A. Boulenger expose avec compétence, je me sépare de lui quant à certains des termes qu'il crée à leur endroit. Je reconnais avec lui l'utilité d'exprimer au moyen de ces termes les lieux de ponte des poissons migrateurs, mais j'estime que les expressions *Anagames* (reproduction ascendante) et *Catagames* (reproduction descendante) n'ont pas de sens suffisamment précis. Je leur préfère les termes *Potamotoques* (ponte en eaux douces) et *Thalassotoques* (ponte en eaux marines), dont j'ai proposé l'emploi voici plusieurs années.

ont mieux conservé l'état primitif que les seconds, et que ceux-ci, au cours du Miocène, se sont subdivisés à leur tour en deux séries, l'une du nord-atlantique conduisant à *Salmo salar*, l'autre du nord-méditerranéen aboutissant à *Salmo trutta* et à *Salmo fario*.

Ces hypothèses phylogénétiques s'accordent avec la notion générale, habituellement admise, de l'origine marine des faunes d'eaux douces. Pourtant, dans le cas spécial ici visé, elles ne tiennent pas compte de tous les faits. Selon leur esprit, en effet, les formes migratrices de *Salmo* représenteraient un état intermédiaire à la vie permanente en eaux marines et à la vie permanente en eaux douces. Or plusieurs particularités s'opposent à cette manière de voir :

1° *Salmo salar* ne se rencontre que dans les bassins hydrographiques qui dépendent de l'océan Atlantique au-dessus du 42° latitude Nord; il manque à la Méditerranée, ainsi que *Salmo trutta*, contrairement aux autres migrateurs potamotoques, Esturgeons et Aloses, de l'Europe occidentale. Par contre, les Truites à vie permanente en eaux douces (*Salmo fario* et ses variétés) habitent non seulement ces bassins, mais encore plusieurs de ceux qui se déversent dans la Méditerranée occidentale; elles s'étendent même jusqu'à l'Afrique septentrionale. Leur aire d'habitat étant plus vaste que celle des formes migratrices, et moins circonscrite, on peut en conclure que l'espèce à grande répartition possède une valeur primitive par rapport aux espèces de répartition restreinte.

2° J'ai montré précédemment que *Salmo salar* n'installe ses frayères que dans des eaux riches en oxygène dissous, et que ses migrations reproductrices se dirigent de la mer vers ces dernières. Les Truites agissent de même dans le seul milieu des eaux douces, mais se contentent d'une richesse moindre. Comme la proportion d'oxygène dissous est, dans les deux cas, supérieure à celle des eaux marines, il paraît rationnel d'admettre que l'espèce la moins exigeante à cet égard soit la plus primitive.

3° Les Salmoninés qui pondent en eaux douces se font remarquer par la grosseur de leurs œufs, riches en deutolécithe, contrairement aux Salmoninés marins, dont les œufs dépassent rarement 1^{mm} de diamètre. Or, les formes migratrices sont précisément celles dont les œufs sont les plus volumineux. Ceux de *Salmo salar* mesurent en moyenne 5^{mm},5 à 6^{mm} de diamètre, alors que ceux des Truites restent habituellement compris entre 4^{mm} et 5^{mm}. Ici encore, il est licite d'accorder aux espèces pourvues des œufs les moins volumineux une valeur primitive par rapport à celles dont les œufs parviennent à des dimensions plus fortes.

Ces divers faits conduisent à empêcher de suivre l'hypothèse relative à l'origine marine directe du Saumon. Le contraire paraîtrait plus rationnel; et les notions actuellement acquises sur la morphologie et la biologie de ces êtres aboutissent à d'autres conclusions.

Les représentants européens actuels du genre *Salmo* composent, à mon avis, plusieurs variétés distinctes, dont les différences sont plus biologiques

que morphologiques. On peut les grouper artificiellement en un certain nombre d'espèces ; mais, dans leur série réelle de complexité, *Salmo salar* et *Salmo trutta* n'apparaissent point comme formes transitionnelles conduisant à *Salmo fario*. Il est loisible de reporter aux régions arctiques, en se basant sur la zoogéographie, le centre primitif de création ancienne; toutefois l'extension de l'aire d'habitat, si l'on en juge d'après la distribution actuelle, a été accomplie par les variétés des eaux douces courantes plutôt que par les lacustres et les migratrices, et la période glaciaire a sans doute joué dans ce phénomène un rôle prépondérant. En somme et pour résumer, tout en convenant que l'origine première et lointaine de l'ensemble des Salmonidés ait été marine, le Saumon et la Truite de mer, dans le genre *Salmo* tel qu'il se trouve actuellement composé, ne doivent pas être pris pour des espèces marines qui s'adaptent à la vie en eau douce, mais pour des formes d'eau douce secondairement et partiellement adaptées à une vie de croissance dans les eaux marines, comme les Truites des lacs subissent une croissance similaire dans certaines cuvettes lacustres.

La migration complexe du Saumon est un phénomène de complément, non pas un phénomène primitif.

PHYSIOLOGIE. — *Résistance absolue des muscles après atrophie ou lésion des nerfs.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. Laveran.

La résistance absolue d'un muscle est celle qu'il oppose à la rupture par traction. En pratique, on a fixé dans un étau le genou d'une grenouille, détaché le gastrocnémien jusqu'à l'os sésamoïde qui termine le tendon d'Achille, pour saisir cette extrémité dans un petit étau à main auquel est suspendu un plateau à poids. De la grenaille de plomb est mise avec précaution dans ce plateau pour amener, sans secousse, la rupture du muscle.

Si l'on a procédé soigneusement, le gastrocnémien se coupe au niveau de sa plus grande section, mesurée au préalable à l'aide d'un palmer. On trouve ainsi un diamètre de 4^{mm} à 7^{mm}, d'où se déduit la section $\frac{\pi D^2}{4}$.

Toutes nos expériences sont faites rapidement, sur l'animal vivant, auquel on épargne la moindre hémorragie et les inutiles lacérations. Leur objet a été de déterminer la valeur exacte de la résistance à la rupture du muscle intact, en la rapportant au millimètre carré de section; et de comparer l'état normal aux nombreux états pathologiques résultant de lésions nerveuses, de destruction de la moelle épinière, d'atrophies plus ou moins

avancées. On a, par exemple, ankylosé en extension complète, pendant 3 semaines, le genou de deux grenouilles, employant à cet effet une sorte d'arc en aluminium appuyé sur les segments fémoral et jambier.

Voici, maintenant, les données moyennes tirées de 60 expériences sur *Rana temporaria;* le muscle étudié est le gastrocnémien :

	Poids de l'animal.	Section du gastrocnémien.	Résistance à la rupture totale.	Résistance à la rupture par millimètre carré.	Conditions de l'expérience.
	g	mm²	g	g	
1.	30	27	1135	42	Muscle droit intact.
	30	27	1130	42	Muscle gauche intact.
2.	30	25,3	1012	40	Muscle droit intact.
	30	25,3	960	38	Muscle gauche tiraillé.
3.	20	14	840	60	Muscles droit et gauche sont maigres et vivaces.
	20	14	845	60	
4.	20	16	930	58	Muscle droit intact.
	20	16	925	58	Muscle gauche à nerfs sectionnés.
5.	25	20	900	45	Muscle droit intact.
	25	20	885	44	Muscle gauche à nerfs sectionnés.
6.	45	34	1390	41	Muscle droit intact.
	45	34	1325	39	Muscle gauche à sarcolemme entamé.
7.	35	28	1180	42	Muscle droit intact.
	35	18	720	40	Muscle gauche (ankylose du genou durant 21 jours).
8.	28	22	1325	60	Muscle droit intact [1].
	28	18,7	935	50	Muscle gauche à nerfs sectionnés depuis 100 jours.

La section des nerfs moteurs de la patte postérieure, et après cicatrice de la peau, n'a été suivie, durant les 100 jours d'observation, d'aucune restauration fonctionnelle, le pied demeurant invariablement inerte et tombant.

Rappelons enfin que Wertheim, ensuite Marey, avaient obtenu une résistance moyenne de 40^g et 30^g au millimètre carré, en opérant sur des muscles de cadavre encore frais.

Conclusions. — Du précédent Tableau il ressort en toute évidence que :

1° L'amaigrissement saisonnier, où la maigreur individuelle des gre-

(1) Mais un peu amaigri par rapport à ce qu'il était.

nouilles, ne diminuent point la résistance de leurs muscles gastrocnémiens; au contraire, elle passe de 40^g à 60^g par millimètre carré en moyenne. L'évolution du sarcoplasma, que Gaule, après Miescher, attribue à *l'autolyse*, ne modifie guère la ténacité du myoplasma, des fibres contractiles proprement dites; cette ténacité peut être évaluée à 60^g au millimètre carré.

2° La force absolue de rupture d'un gastrocnémien varie de 800^g à 1400^g et sa section de 14^{mm^2} à 34^{mm^2}, soit une force unitaire de 45^g, donnant environ 360^{kg} pour la résistance à la rupture des muscles jumeaux d'un adulte.

3° La lésion ou la section des nerfs, quand elles sont récentes, affaiblissent peu la résistance musculaire. Il en est de même quand on a soumis le muscle à une traction préalable inférieure au poids qui produirait sa rupture, ou quand on a entamé superficiellement l'enveloppe de sarcolemme.

4° Mais une vieille lésion nerveuse s'accompagne d'une atrophie musculaire grave, qui abaisse de 20 à 25 pour 100 la résistance absolue. L'atrophie due à une ankylose exige aussi du temps; au bout de 3 semaines, elle n'a diminué que de 5 pour 100 la résistance du gastrocnémien.

On est donc amené à ne pas exagérer les effets des blessures ou traumatismes quelconques sur l'appareil névro-musculaire, à condition de rétablir à temps les voies de réparation organique, et d'assurer l'exercice graduel de la fonction menacée.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur le sérum de la Murène* (Muræna helena). *L'équilibre moléculaire et la toxicité du sérum.* Note de M. **W. Kopaczewski**, présentée par S. A. S. le prince Albert de Monaco.

Il était intéressant d'examiner les relations entre la structure moléculaire et la toxicité du sérum de la murène. Chaque fois que le sérum a été soumis à l'influence des agents physiques dont les résultats ont été publiés précédemment [1], nous avons étudié le sérum à l'ultramicroscope et photographié les images observées [2].

Voici ce que nous avons constaté :

Dans le cas où le sérum a été inactivé, soit par les rayons solaires, soit

(1) Kopaczewski, *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 600.

(2) Les documents photographiques paraîtront prochainement dans un autre Recueil.

par les rayons ultraviolets extrêmes ou par une conservation prolongée, nous avons observé l'apparition des agglomérations : tout d'abord les micelles séparées se réunissaient par 4-6 pour former finalement soit de gros amas à structure granuleuse, soit des grains très lumineux, qui à leur tour se rassemblaient en amas amorphes.

Par contre, dans les cas où malgré l'influence des agents physiques, comme les rayons X, les rayons ultraviolets longs, le sérum est resté toxique, nous n'avons jamais vu de changements appréciables.

Les recherches remarquables de Danysz [1] sur la formation *in vitro* des complexes entre les toxines et les antitoxines nous ont suggéré l'idée d'étudier l'action réciproque du sérum de la murène et du sérum normal d'un animal d'expérience à l'ultramicroscope. A cet effet nous avons placé une goutte de sérum de la murène frais à proximité immédiate d'une goutte de sérum de lapin. Au moment de le couvrir avec une lamelle, nous avons commencé l'observation à l'ultramicroscope et nous avons constaté la formation rapide d'agglomérations qui, en se réunissant et en perdant leur mouvement brownien, formaient après 10 minutes de contact des masses nébuleuses. C'était une véritable précipitation ultramicroscopique.

Le sérum du cobaye ou du lapin intoxiqués est optiquement presque vide : l'ultramicroscope avec notre grossissement (167 diamètres) ne nous a décelé que des micelles excessivement petites en mouvement très vif. La même apparence a été observée avec le sérum du lapin sensibilisé et examiné après le choc anaphylactique.

En présence de ces faits nous avons cherché à les corroborer, en soumettant le sérum de la *murène* à l'influence des agents qui soit empêchent, soit facilitent la formation des complexes entre les colloïdes dont le signe visible est l'apparition des agglomérations micellaires.

Les recherches de Perrin [2] Victor Henry [3] Hardy, van Bemmelen, W. Ostwald, Traube, Michaelis, etc., ont prouvé que parmi ces agents sont surtout à retenir la tension superficielle, la viscosité et la charge électrique. Si la formation des amas micellaires provoqués par la température, la lumière ou l'hysteresis peut être empêchée en augmentant la viscosité ou en diminuant la tension superficielle, on devrait avoir le sérum d'une toxicité normale, à la condition bien entendu que tout se passe comme si l'appari-

---

(1) Danysz, *Annales de l'Institut Pasteur.*

(2) Perrin, *Les atomes* (1913) et *Journal de Chimie physique.*

(3) V. Henri et A. Mayer. *Soc. de Biol.*, 1906, 2, p. 435.

tion d'agglomérations et la disparition de la toxicité soient uniquement le résultat d'une modification d'équilibre moléculaire. C'est ce que nous nous sommes efforcé de prouver. Il va sans dire que les expériences de ce genre, étant donnée l'introduction dans le sérum de substances différentes, qui souvent peuvent ne pas être indifférentes au point de vue chimique, sont très délicates, et il fallait multiplier le nombre d'expériences témoins pour éviter les causes d'erreurs.

Finalement en nous servant d'une suspension de cholestérine à 1 pour 100 et d'une solution colloïdale d'oléate de soude à 2 pour 100, toutes les deux substances étant électronégatives et sans influence notable sur la viscosité naturelle du sérum, nous avons pu modifier sensiblement la tension superficielle du sérum dans les deux sens.

En augmentant d'environ 4 dynes la tension superficielle du sérum de la murène par l'addition de cholestérine, nous avons pu inactiver le sérum par le chauffage de 15 minutes à 56°, température à laquelle le sérum normal résiste parfaitement.

En diminuant d'environ 24 dynes la tension superficielle du sérum de la murène par l'oléate de soude, nous n'avons pas pu conserver la toxicité primitive du sérum après le chauffage à 75° C., quoique ce sérum provoquait chez le cobaye des symptômes d'intoxication indiscutables.

C'est pourquoi il nous a semblé que le point thermique où la toxicité du sérum diminue doit être plus rapproché de 56° que de 75°. Cet *experimentum crucis* nous a prouvé que la toxicité faiblit entre 60° et 65°.

Avec la disparition ou la conservation de la toxicité primitive du sérum de la murène concordaient les résultats ultramicroscopiques, c'est-à-dire l'apparition ou l'absence des agglomérations micellaires.

Conclusions. — Chaque fois que le sérum de la murène, soumis à l'influence des agents physiques tels que la chaleur, les rayons ultraviolets extrêmes ou la conservation prolongée, a été inactivé, on observe des changements profonds dans sa structure ultramicroscopique : les micelles séparées et en mouvement brownien vif, se groupent par plusieurs unités tout en perdant leur mouvement.

Une véritable précipitation ultramicroscopique a lieu si l'on mélange le sérum de la murène avec le sérum d'un animal d'expérience.

En modifiant la tension superficielle du sérum de la murène soumis à l'influence des agents physiques destructifs, on peut volontairement faciliter ou retarder l'apparition des agglomérations micellaires et, *ipso facto*, faciliter ou retarder la disparition de cette toxicité sérique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Essai de synthèse biochimique des diglucosides d'alcools polyvalents. Diglucoside β du glycol.* Note [1] de MM. **Ém. Bourquelot** et **M. Bridel**, présentée par M. Moureu.

La synthèse biochimique d'un diglucoside d'alcool polyvalent présente des difficultés particulières qu'un peu de réflexion permet de prévoir.

Supposons qu'il s'agisse d'obtenir le diglucoside β du glycol éthylénique $C^6H^{11}O^5.CH^2O - CH^2O.C^6H^{11}O^5$, qui est comparable à l'éther diéthylique de cet alcool.

Le glycol possédant deux fonctions alcooliques primaires et symétriques, il semble, d'après ce que nous savons, qu'en faisant agir la glucosidase β (émulsine) sur une solution de glucose dans du glycol étendu d'eau, et en prolongeant suffisamment la réaction, on doive obtenir aisément un mélange de monoglucoside β et de diglucoside β.

Remarquons d'abord que si les proportions respectives du glucose et du glycol en dissolution sont telles que le nombre de molécules de sucre n'est pas supérieur à celui des molécules de l'alcool, on n'obtient dans ces conditions, comme des expériences antérieures l'ont démontré, que du monoglucoside $C^6H^{11}O^5.CH^2O.CH^2.OH$.

Il ne peut se produire de diglucoside que si la proportion de glucose est suffisamment élevée; si, par exemple, elle est telle que le nombre des molécules de la matière sucrée est double de celui des molécules de glycol.

Mais alors on se heurte à des difficultés d'autre sorte, qui tiennent à ce que le seul produit qu'on puisse employer comme glucosidase β, l'émulsine, renferme des *hexobiases* (gentiobiase, cellobiase) dont l'activité synthétisante croît avec la concentration du glucose dans l'eau du mélange, de sorte que s'il se forme du diglucoside du glycol, il se formera en même temps du gentiobiose, du cellobiose, etc.

On ne peut même pas affirmer avec certitude que, en ajoutant la proportion élevée de glucose que nous venons d'indiquer, il se formera du diglucoside. En effet, les ferments autres que la glucosidase β, en provoquant la formation d'hexobioses (gentiobiose, cellobiose) peuvent, selon les lois de partage fermentaire que nous avons décrites, employer à cet objet assez de glucose pour que le nombre des molécules de ce sucre laissées à la disposition de la glucosidase soit inférieur au nombre de molécules de

---

(1) Séance du 12 novembre 1917.

glycol. En tout cas, on devra obtenir un mélange de glucosides et d'hexobioses difficiles à séparer.

Les expériences de synthèse que nous exposons ci-dessous établissent que les choses se passent réellement ainsi; elles démontrent en même temps, comme on l'a déjà fait par des expériences d'hydrolyse [1], que l'émulsine est bien un mélange complexe de plusieurs ferments.

On a préparé une première solution A ainsi composée :

Glucose pur anhydre	300^{g}	(2^{mol})
Glycol éthylénique	50	(0,966)
Eau q. s. p. f. 500$^{cm^3}$, soit	265	(17,66)

A cette solution, dans laquelle il y a un peu plus de deux fois autant de molécules de glucose que de molécules de glycol, on a ajouté 2^{g},50 d'émulsine, après quoi on l'a abandonnée à la température du laboratoire (12° à 18°). Rotation de la solution filtrée avant toute réaction (pour $l = 2$) : $+62°16'$.

Pour savoir quelle serait l'action de l'émulsine en l'absence de glycol, on a mis en train deux autres expériences dans l'une desquelles (B) le glycol était remplacé par un égal volume d'eau, alors que dans l'autre, (C), il l'était par un égal volume d'acétone. Dans cette troisième expérience, le glycol, liquide indifférent par rapport aux hexobiases, était donc remplacé par un liquide semblablement indifférent.

Les hexobioses β ayant un pouvoir rotatoire inférieur à celui du glucose (+52°,5) et les glucosides β étant lévogyres, on comprend que la rotation droite des solutions devait diminuer dans les trois cas.

Les réactions synthétisantes se sont prolongées pendant 2 mois environ, après quoi on a trouvé comme rotations (pour $l = 2$) :

		Diminution.
A	+42°34'	19°42'
B	+53	9.16
C	+52.36	9.30

On voit ainsi, en comparant l'essai A aux deux autres, que la glucosidification du glycol y correspond à une diminution de la rotation de 10° environ, l'action des hexobiases seules correspondant à une diminution un

(1) Ém. Bourquelot et H. Hérissey, *L'émulsine, telle qu'on l'obtient avec les amandes, est un mélange de plusieurs ferments* (*Société de Biologie*, 11e série, t. 5, 1903, p. 219).

peu supérieure à 9°. Glucosidase β et hexobiases doivent donc exercer simultanément leur action synthétisante.

On a essayé de séparer les produits formés en opérant de la façon suivante : Après avoir porté le mélange A à l'ébullition, on l'a filtré, puis dilué à 2500^{cm^3} avec de l'eau, après quoi on l'a additionné de levure haute pour détruire le glucose en excès. La fermentation terminée, on a filtré de nouveau et, après avoir constaté que le liquide débarrassé de glucose était lévogyre ($\alpha = -42'$ pour $l = 2$), on l'a concentré au bain-marie sous pression réduite, ce qui a fourni 113^g d'un extrait semi-liquide que l'on a épuisé successivement par l'éther acétique, l'alcool absolu et l'alcool à 95°.

Les trois liquides d'épuisement ont été abandonnés dans le laboratoire pendant près d'une année. Les parois du flacon qui renfermait la solution dans l'alcool à 95° se sont peu à peu couvertes de petits cristaux qu'on a pu détacher en partie. Ces cristaux possédaient une saveur d'abord légèrement sucrée puis amère; ils présentaient le phénomène de multirotation, déviant à gauche sitôt après la dissolution pour dévier ensuite à droite avec un pouvoir rotatoire définitif de $+8°,54$. En un mot, ces cristaux étaient du gentiobiose.

Aucun des essais que l'on a fait depuis pour isoler à l'état cristallisé les produits dissous dans les autres véhicules n'a réussi. Il a été seulement constaté qu'on avait dans tous les cas affaire à un mélange d'hexobioses réducteurs et de glucosides du glycol, sans qu'il soit encore possible d'affirmer qu'il y ait eu formation de diglucoside.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Un nouveau ferment des leucocytes du sang et du pus : la lipoïdase.* Note [1] de MM. **Noël Fiessinger** et **René Clogne**, présentée par M. Quénu.

Les leucocytes du sang et du pus ont la propriété d'élaborer des diastases. On connaît déjà les oxydases, peroxydases, protéase, lipase, etc. des leucocytes. Nous avons l'intention de démontrer que les leucocytes du sang et du pus peuvent aussi réaliser l'hydrolyse des lipoïdes et en particulier de la lécithine par une action fermentative.

I. *Origine de nos recherches.* — Poursuivant des études microchimiques

(1) Séance du 12 novembre 1917.

des cellules du pus, nous avons remarqué que celles-ci contiennent assez fréquemment des enclaves soudanophiles (colorables en rouge orangé par le rouge de Soudan) et des enclaves chromophiles (colorables en bleu par le bleu de Nil). L'analyse nous montra que, si les premières étaient des graisses neutres, les secondes avaient les propriétés des lipoïdes. Or on observait souvent sur le leucocyte, par une double coloration vitale, toutes les transitions entre ces deux types d'enclaves et, en étudiant l'autolyse du leucocyte, on pouvait constater la disparition des enclaves lipoïdes et l'augmentation des enclaves graisseuses, comme s'il se faisait progressivement une transformation des lipoïdes en graisses neutres. Nous nous sommes demandé si le leucocyte n'élaborait pas un ferment capable de réaliser cette transformation.

2. *Technique de nos recherches.* — Les leucocytes que nous avons recueillis provenaient du sang veineux ou du pus. Nous obtenions les premiers par hémolyse des globules rouges dans l'alcool au $\frac{1}{3}$, centrifugation rapide, puis suspension dans du sérum citraté. Cette technique n'altère pas les leucocytes au point de vue fermentatif, comme nous le permettent d'affirmer nos recherches antérieures. Les leucocytes du pus étaient simplement lavés dans le sérum citraté à deux reprises et dilués ensuite dans ce liquide. On numérait ensuite la suspension leucocytaire d'épreuve de façon à connaître la densité.

On ajoutait la suspension leucocytaire à 1^{cm^3} d'une solution de lécithine chimiquement pure au $\frac{1}{100}$ faiblement alcaline ($0^g,12$ de carbonate de soude pour 100). La préparation était faite aussi stérilement que possible et, pour empêcher le développement des bactéries, chaque tube recevait 2^{cm^3} de chloroforme. L'expérience était poursuivie de 8 à 10 jours à l'étuve à 37° avec de nombreux témoins chauffés à 56°, 60° et 65°.

A la fin de l'expérience, on concentrait $\frac{1}{10}$ du mélange et l'on caractérisait la choline suivant la technique recommandée par Gab. Bertrand et P. Thomas en recherchant, après action de l'iode, les cristaux de Florence d'iodhydrate d'iodure de choline.

La réaction traduit bien l'existence d'un ferment des leucocytes comme le prouve la destruction au départ de ce ferment par le chauffage 30 minutes à 56°-60°. Ce ferment hydrolyse la lécithine comme la soude à chaud et l'apparition des cristaux de Florence prouve que cette hydrolyse a libéré la choline.

3. *Résultats.* — 1° Les leucocytes du sang et des suppurations aiguës ont la propriété de sécréter un ferment qui, en milieu faiblement alcalin, hydrolyse la lécithine.

2° Pour que l'expérience soit démonstrative il faut qu'elle soit prolongée pendant 10 jours et soit pratiquée avec une masse globale d'au moins 2 à 4 millions de leucocytes pour 1^{cm^3} de lécithine au $\frac{1}{100}$.

3° Ce ferment est détruit par un chauffage à 56°-60° pendant 30 minutes.

4° Ce ferment n'agit pas dans les solutions fortement alcalines ou acides.

5° La présence de formol entrave considérablement son action.

6° Les globules rouges en grande quantité exercent une action empêchante. Il semble qu'il en soit de même pour le sérum normal.

7° Nous avons dépisté ce ferment dans les leucocytes normaux du sang de l'homme, du chien et du chat, dans les leucocytes des suppurations aiguës aseptiques de l'homme (abcès provoqué) et septiques (pus d'abcès chaud de différentes origines).

8° Ce ferment existe certainement dans les polynucléaires comme le prouvent les expériences faites avec des suppurations aiguës exclusivement à polynucléaires. Il semble absent chez les lymphocytes de certains épanchements chroniques (pleurésie). Mais des études que nous continuons sont encore nécessaires pour fixer les propriétés des espèces leucocytaires.

9° La thermolabilité de cette lipoïdase semble la distinguer de la lipase leucocytaire, beaucoup plus thermostabile.

MÉDECINE. — *La vaccinothérapie de l'entérococcie.* Note [1] de MM. **Em. Thiercelin** et **C. Cépède**, présentée par M. Edmond Perrier.

L'entérococcie, affection à tableaux cliniques extrêmement variables, est due à l'entérocoque protéiforme, microbe saprophyte devenant pathogène. Les *manifestations localisées* de l'entérococcie : plaies de guerre (Wright), conjonctivites, pharyngites, otites, laryngites, broncho-pneumonies, pleurésies, pleuropéricardites, endocardites, arthrites, méningites, hépatites, péritonites, entérites, appendicites, embarras gastriques, dermatoses, etc. peuvent se compliquer de septicémie consécutive (entérococcémie). Celle-ci

---

[1] Séance du 12 novembre 1917.

peut se produire d'emblée (*entérococcémie primitive*) et avoir une gravité très variable : parfois, les symptômes en sont peu accusés : infection d'origine gastro-intestinale (inappétence, constipation, diarrhée, très légère fièvre vespérale). D'autres fois, les symptômes sont intenses; la maladie, très grave, se termine souvent par la mort (forte fièvre à type continu, rémittent, intermittent ou extraordinairement irrégulier); l'entérococcie simule alors la fièvre typhoïde, la tuberculose aiguë, le paludisme ou la fièvre de Malte. L'*infection* peut être *endogène*, due à l'exaltation de la virulence de l'entérocoque saprophyte du malade (grippe); elle peut être *exogène* (plaies de guerre : Wright; infections alimentaires : Sacquépée).

Diagnostic. — L'entérococcémie primitive est définie par l'*hémoculture*. L'entérocoque s'observe dans le sang à l'examen direct, mais surtout après culture de 24 à 48 heures en bouillon peptoné. L'examen des urines (*bactériuroscopie*) peut faciliter le diagnostic.

Thiercelin a montré que dans toutes les entérococcies, même les plus bénignes, l'organisme se débarrasse de l'entérocoque par de vraies décharges rénales.

Toxines. — Les entérotoxines sont thermostabiles (Thiercelin, Jouhaud, Sacquépée, Rosenthal, etc.). L'entérocoque résiste étonnamment aux antiseptiques; aussi, la chimiothérapie de l'entérococcie est-elle excessivement délicate. Des guérisons spontanées nous ont fait induire que l'entérococcie est justifiable de la vaccinothérapie et que nous pouvons, par elle, armer le clinicien.

Vaccin. — L'emploi de l'éther, qui a permis à Vincent une fabrication très simple des vaccins antityphique, antiparatyphique et anticholérique, n'a pu être adopté. L'entérocoque résiste à cet antiseptique après une action prolongée. Nous avons recouru à la chaleur. L'entérocoque n'est tué qu'au delà de 80°C. La toxine vaccinante étant thermostabile, nous avons porté nos microbes à 105°, bien que l'ébullition suffise à stériliser nos cultures.

Le vaccin est préparé par ensemencement sur gélose-bouillon, à 37°, pendant 48 heures. Un lavage élimine l'exotoxine athrepsiante. Les colonies sont émulsionnées dans du sérum physiologique. Après numération, l'émulsion, riche de 100 à 500 millions par centimètre cube, suivant les cas traités, est autoclavée à 105° pendant une demi-heure.

Administration du vaccin. — L'administration buccale du vaccin est jusqu'ici la règle générale. Ce procédé est employé avec succès depuis des années par le Dr L. Fournier dans la vaccinothérapie de la typhoïde et de la staphylococcie. La dose quotidienne est de 100^{cm^3} pour l'adulte, de 50^{cm^3} pour l'enfant, en deux prises une heure avant les deux grands repas.

La vaccinothérapie par voie buccale est très bien acceptée, efficace, comme le montrent nos guérisons, sans réaction appréciable et toujours sans danger. Nous l'avons expérimentée sur nous-mêmes. Nous administrons le vaccin, depuis quelque temps, par la voie hypodermique.

Depuis plus d'un an, notre vaccin est prescrit à un très grand nombre de malades, soit à l'hôpital, soit en ville.

Vaccinothérapie. — Les résultats de notre vaccinothérapie sont tous très appréciables et quelques-uns même très remarquables. Voici quelques cas typiques.

1° *Entérococcies locales.* — Soldat, plusieurs mois de front, blessé, atteint d'entérite muco-membraneuse à selles sanguinolentes, maigrit très vite, s'anémie; état fébrile persistant, à type irrégulier. Son urine est chargée d'entérocoques. L'absorption de 20^{cm^3} de notre vaccin fort fait tomber la fièvre de 39°, 2 à 37°, avec suppression des symptômes intestinaux; euphorie très nette.

2° *Entérococcémie légère.* — Jeune femme (30 ans), cachectisation lente (plusieurs années), fièvre vespérale faible, grippes répétées, anémie, etc. Toutes les médications furent stériles. L'urine est très riche en entérocoques. Sous l'effet du vaccin : température normale, disparition de l'anémie, euphorie, suppression de l'amaigrissement; accroissement : en 8 jours $1^{kg},800$, en 13 jours 2^{kg}, en 27 jours $2^{kg},600$. — Le mari de la précédente (35 ans), symptômes analogues. Par notre vaccinothérapie, amélioration immédiate, augmentation de poids : 700^{g} en 15 jours, euphorie. — Jeune femme (34 ans), professeur; entérococcémie légère et chronique : rate hypertrophiée, amaigrissement 7^{kg} en 8 mois, malgré les vacances (2 mois). Au vaccin : en période de travail, elle prend 800^{g} en 15 jours; l'anémie s'amende; euphorie.

3° *Entérococcémie grave.* — Jeune fille (14 ans), symptômes simulant la tuberculose à forme rapide. Bactériuroscopie, hématoscopie, hémoculture : *entérocoque.*

Vaccinothérapie : Atténuation rapide des symptômes. Pronostic restant grave.... Progrès très sensibles : augmentation d'appétit, état fébrile permanent, irrégulier; poussées intermittentes (40,2; 40,4; 40,1). La fièvre s'atténue. Amélioration de l'état général. Départ pour la campagne où se continue notre médication pendant quelques jours. Convalescence brillante : 3 mois et demi après l'état le plus grave (20 juin), la malade passe de $36^{kg},600$ à 46^{kg} gagnant $9^{kg},400$. Cette augmentation de poids se continue avec admirable euphorie après cessation de la vaccinothérapie.

Vaccin polyvalent : Préparé en *stock-vaccin* en cultivant plusieurs races d'entérocoque protéiforme. — Autovaccin : Préparé avec le microbe du malade prélevé 48 heures avant l'emploi. En cas d'urgence, ce délai peut être extrêmement raccourci, l'entérocoque donnant de belles cultures en quelques heures.

Entérococcémie secondaire. — Elle s'installe à la suite d'infections primaires dues au colibacille, au bacille d'Éberth, aux paratyphiques, etc. Nous étudions toute une série de *vaccins mixtes* dans lesquels nous associons l'entérocoque à ces divers agents d'infection primaire.

Dans la tuberculose compliquée d'entérococcie traitée par notre vaccin, le poids du malade a augmenté, l'appétit est revenu et, à l'examen microscopique des crachats, la flore entérococcique associée a diminué considérablement et la réduction du nombre des bacilles de Koch est frappante.

Nous avons administré notre vaccin à un grand nombre de tuberculeux. Les résultats obtenus sont des plus encourageants.

A 16 heures et quart l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 16 heures trois quarts.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de septembre 1917.

L'essor des industries chimiques en France. Ressources et avenir de ces industries. Industries chimiques étrangères, par Eugène Grandmongin. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1917; 1 vol. in-8°.

Leishmanioses. Kala-Azar. Bouton d'Orient. Leishmaniose américaine, par A. Laveran, membre de l'Institut. Paris, Masson, 1917; 1 vol. in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Deuxième expédition antarctique française (1908-1910) *commandée par le Dr Jean Charcot*. Documents scientifiques : *Spongiaires*, par E. Topsent; *Mollusques amphineures et gastéropodes*, par A. Vayssière; *Crustacés schizopodes et décapodes*, par M. Coutière; *Cumacées*, par W.-J. Calman; *Acariens*, par A. Berlese; *Minéralogie-géologie*, par E. Gourdon. Paris, Masson, 1917; 1 vol. in-4°.

Ministère de l'Instruction publique. *Annales du Bureau central météorologique de France*, publiées par A. Angot. *Année* 1911 : *Mémoires*. Paris, Gauthier-Villars, 1916; 1 vol. in-4°.

Comité royal thalassographique italien. Mémoire XXI : *Les buts et l'activité du comité royal thalassographique italien*, par Giovanni Magrini. Venezia, Carlo Ferrari, 1916; 1 fasc. in-4°.

Results of researches on the electrodynamic wawe-theory of physical forces : bulletin n° 2 : *Discovery of the physical cause of magnetism*, by T. J. J. See; bulletin n° 3 : *Discoveries in cosmical magnetism*, by T. J. J. See. Lynn, Massachusetts, U. S. A., Thos. P. Nichols, 1917; 2 fasc. in-4°.

(*A suivre.*)